



GRUNDZÜGE

DER

HISTOLOGIE

ZUR

EINLEITUNG IN DAS STUDIUM DERSELBEN.

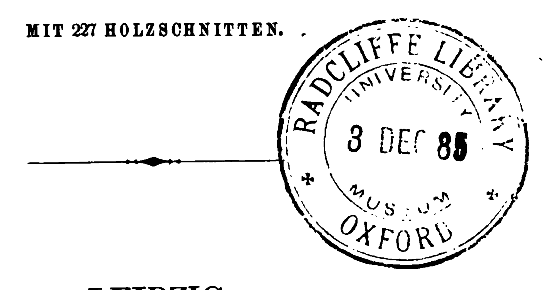
VIERUNDZWANZIG VORLESUNGEN

VON

HEINRICH FREY
PROFESSOR.

DRITTE AUFLAGE

MIT 227 HOLZSCHNITTEN.



LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1885.

VORWORT

zur ersten Auflage.

Die Histologie hat sich im Laufe weniger Dezennien ihr Feld siegreich errungen; sie ist zu einem integrirenden Theil der medizinischen Studien geworden. Bei der gewaltigen Fülle des Materials gestalten sich die Handbücher nothgedrungen immer voluminöser.

Eine kurze Zusammenstellung des Wesentlichsten ist für den Studirenden und den praktischen Arzt erwünscht. Ich habe es oftmals äussern gehört.

Möge man also den Versuch, welchen ich hiermit wagte, nachsichtig aufnehmen. Die Mängel des kleinen Buches kennt der Verfasser sehr wohl.

Zürich, 10. Juli 1875.

H. Frey.

VORWORT

zur zweiten Auflage.

Das kleine Buch hat zu meiner Freude in wenigen Jahren seinen Weg gemacht in starker deutscher Ausgabe. Eine französische und englische Uebersetzung erschienen, eine italienische wird baldigst ausgegeben werden.

Bewahre man meiner Arbeit also die alte freundliche Beurtheilung.

Zürich, 22. Dezember 1878.

H. Frey.

VORWORT

zur dritten Auflage.

Die Grundzüge der Histologie, welche nunmehr auch in das Spanische übersetzt worden sind, übergebe ich abermals mit der Bitte um Nachsicht der Oeffentlichkeit. Der Stoff hat sich mittlerweile gewaltig gehäuft und die engen Grenzen meines Buches mussten vor allen Dingen berücksichtigt bleiben. Ich habe mich demgemäss äusserster Kürze befleissigt und auch die Holzschnitte fast ausnahmelos nur einmal gebracht.

Zürich, im Oktober 1885.

H. Frey.

INHALT.

Verzeichniss der Holzschnitte.

I. Originale.

II. Kopien.

Erste Vorlesung.

Allgemeines; das Protoplasma, die Zelle und ihre Abkömmlinge.

Eine tiefe Kluft trennt das Anorganische von dem Organischen, das Unbelebte von dem Lebendigen. Der Bergkrystall auf der einen, Pflanze und Thier auf der anderen Seite. welches himmelweit verschiedene Bild!

Ist jener Abgrund aber nicht zu überbrücken? wird Mancher einwerfen. Zur Zeit nicht, antworten wir. Kommenden Geschlechtern der Menschen ist es vielleicht vergönnt, an der Hand höherer Naturerkenntniss jenen gähnenden Spalt auszufüllen, und das Gebiet der stofflichen Welt als Einheit zu erfassen.

Welches sind die ersten Anfänge des Organischen? fragen wir weiter.

In unseren Gewässern treffen wir vielfach sehr kleine Klümpchen einer durchsichtigen Gallerte, welche winzige Körnchen umschliesst. Man hat das Ding Protamoeba genannt (Fig. 1). Und ein solches Klümpchen lebt! Es verändert in langsamem Formenwechsel seine Gestalt aus der einen in die andere. Es zeigt eine beständige, wenn auch träge Unruhe. Dieses sind die einfachsten Organismen oder Lebewesen. Sie vermehren sich durch Theilung.

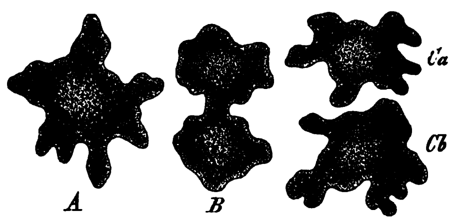


Fig. 1. Protamoeba. *A* ungetheilt; *B* beginnende und *Cab* vollendete Theilung.

Einer unserer ausgezeichnetsten Forscher, Haeckel, hat derartige niedrigste Wesen Cytoden genannt.

Die Masse, welche jene Protamoeba herstellt, ist eine in Wasser aufgequollene stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindung von höchst komplizirter chemischer Struktur. Sie gehört der Gruppe der sogenannten Eiweisskörper an, und wird Protoplasma genannt. Sie gerinnt im Tode, aber auch schon bei verhältnissmässig niedriger Erwärmung. Die von ihr umschlossenen Körnchen bestehen theils aus geronnenen Eiweissstoffen, theils aus Fett. Mineralbestandtheile fehlen ebenfalls nicht.

Wir begegnen untermischt mit jenen Cytoden im Wasser ähnlichen Organismen, so z. B. der Amoeba (Fig. 2), wo aber im Innern dieses ewig veränderlichen Protoplasma neben Aushöhlungen, sogenannten Vakuolen (*b*), und kleinen aus der Nachbarschaft zufällig aufgenommenen Fremdkörpern (*c*) ein rundliches Gebilde erkannt wird (*a*). Der Inhaltskörper führt den Namen des Kerns oder Nukleus; die kleinen Einschlüsse des letzteren werden Kernkörperchen oder Nukleoli genannt. Das ganze Wesen hat die Bedeutung einer einfachen nackten Zelle. Wozu der Amoeba der Kern dient, vermögen wir gegenwärtig noch nicht mit voller Sicherheit zu sagen.

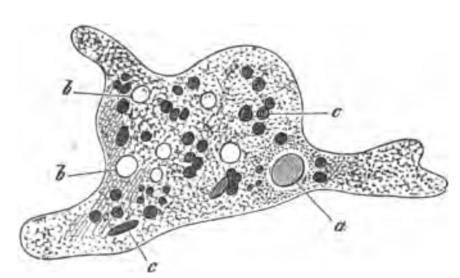


Fig. 2. Amoeba. *a* Kern; *b* Vakuolen; *c* aufgenommene Nahrungskörper.

Wir verlassen nunmehr diese niedersten Wesen, und gehen sprungweise über zur höchsten thierischen Gestalt; wir betrachten den Körper des Menschen. Die Theile desselben nennt man seit den Urtagen der Heilkunde bekanntlich Organe. Sie entsprechen den Theilstücken einer unserer Maschinen. Schon lange ebenfalls hatte man sich überzeugt, dass gewisse Massen unseres Leibes, wie Knochen, Knorpel, Muskeln, Nerven, an allen Stellen des Organismus wiederkehren und, wenig oder gar nicht verändert, in den Aufbau der mannichfachsten Körpertheile eintreten. Diese Massen

welche den verschiedenen Stoffen, aus denen die Maschine geformt ist, verglichen werden könnten, hatte man schon frühzeitig als aus kleineren Theilen zusammengesetzt erkannt. Man verglich sie den Produkten der Weberei und bezeichnete sie als Gewebe. Der Name hat sich erhalten, und derjenige Zweig der anatomischen Wissenschaft, welcher sich mit jenen gleichartigen Massen befasst, wird Gewebelehre oder Histologie genannt.

Versuchen wir solche Gewebe zu zertrennen, so gelingt dieses mit Hülfe von Messer und Scheere anfangs sehr leicht. Die Bruchstücke gestatten eine neue Zerspaltung, und die so eben erhaltenen vielleicht nochmals eine weitere. Aber zuletzt — bald früher, bald später — kommt ein Moment, wo auch die feinsten schneidenden Werkzeuge den Dienst versagen; sie sind zu plump, zu grob.

Hier, wo die mechanische Analyse endigt, beginnt die optische durch das Mikroskop. Letztere ist eine äusserordentlich feine. Das Theilstückchen, welches das Scheerchen des Anatomen nicht weiter zu zerstückeln vermochte, es ergiebt sich jetzt unendlich zusammengesetzt, es kann noch aus vielen Tausenden kleinster Elemente bestehen.

Diese Elemente sind aber wiederum Zellen oder deren Abkömmlinge.

Also jenes Gebilde, welches in selbständiger Art den Leib einer Amoeba herstellte, es erbaut jetzt, freilich in sehr bedingter Selbständigkeit, unsere Gewebe. Die Zelle ist somit in den Dienst einer mächtigen Einheit eingetreten; sie hat sich unterzuordnen und zu fügen; aber ein lebendiges Einzelwesen bleibt das Ding denn doch, vergleichbar dem Beamten eines modernen Staatswesens. Wie er seine Einzelleistung erfüllt im Dienste und als Glied eines grossen Ganzen, so arbeitet auch die kleine Zelle bis zu ihrem Tode unverdrossen fort.

Es erscheint von Interesse, dass diese sehr kleinen lebendigen Bausteine im Körper höherer Thiere immer Zellen bilden und dass die Haeckel'schen Cytoden verschwunden sind.

Wir nannten die Zellen des menschlichen Organismus so eben

sehr klein. Ihre Durchmesser schwanken in der That von 0,076, 0,0375, 0,0228 bis herab zu 0,0057 mm. So wird es möglich, dass ein geringes Stückchen Körpersubstanz, etwa ein Kubikmillimeter, ausserordentliche Mengen derselben umschliessen kann. Man hat berechnet, dass jenes Raumtheilchen menschlichen Blutes 5 Millionen einer allerdings nur 0,0077 mm messenden röthlichen Zelle zu enthalten vermag. Noch weit höhere Zahlen ergibt das Blut einzelner Säugethiere.

Die Zellen bieten nun sehr beträchtliche Verschiedenheiten dar. Letztere sind mit der Entwickelung des Körpers erst nachträglich gewonnen worden. In der ersten Zeit des embryonalen Lebens war alles noch ziemlich ähnlich.

Die Grundform einer Zelle ist diejenige einer Kugel oder eines der Kugelform sich annähernden Körpers. So erscheinen die Zellen *d e g b* unserer Fig. 3. Auch die Zelle, aus welcher in bedeutungsvoller Weise die Leiber aller höheren Thiere hervorgegangen sind, das Eichen (Fig. 4), zeigt sich als elegantes kugliges Gebilde.

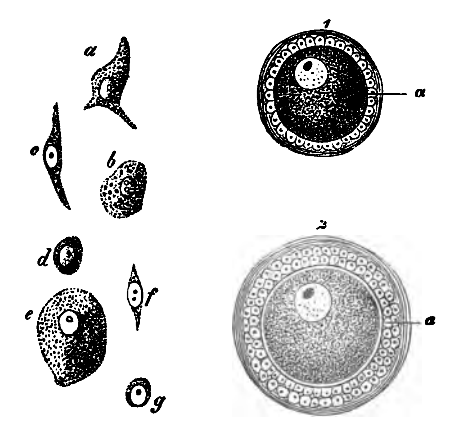


Fig. 3. Verschiedene Zellen mit Kern u. Protoplasma. Fig. 4. Junge Eier aus dem Ovarium des Kaninchens.

Von dieser Grundform werden, durch Kompression und Anpassung entstanden, zwei andere Gestalten leicht abzuleiten sein, die hohe schmale oder, wie man sagt, zylindrische Zelle (Fig. 5. *b*) und die abgeflachte. Letztere gestaltet sich zuletzt zu einem dünnen Plättchen oder Schüppchen (Fig. 6).

Bei anderen Zellen wächst der Körper in zwei entgegengesetzten Richtungen fortsatzartig aus. Wir gewinnen somit die spindelförmige Zelle (Fig. 3. *c f*). Treten solche Ausläufer

in Mehrzahl ab, und verzweigen sich dieselben, so erscheint ein sonderbares Ding, die Sternzelle (Fig. 7).

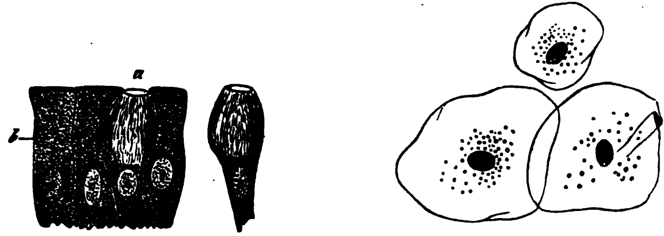


Fig. 5. Zylinderzellen des menschlichen Dünndarms. *b* gewöhnliche Elemente; *a* sogenannte Becherzellen.

Fig. 6. Epithelialschüppchen aus der menschlichen Mundhöhle.

Die Menge des Zellenprotoplasma und damit die Grösse des Zellenleibes vermag sehr ungleich auszufallen (Fig. 3).

Während Protoplasma ursprünglich in einer jeden Zelle vorkommt, können nachträglich andere Stoffe jenes ersetzen. So ist bei den Zellen unserer Fig. 6 eine härtere, wasserärmere Substanz, Hornstoff oder Keratin, an die Stelle getreten. Andere Zellen gewinnen Einbettungen dunkler, schwarzer Farbekörnchen von grosser chemischer Resistenz (Fig. 8). Man nennt jene dunklen

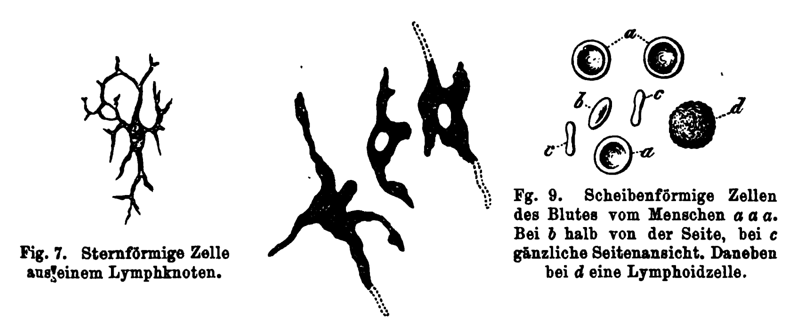


Fig. 7. Sternförmige Zelle aus einem Lymphknoten.

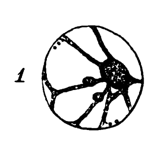
Fig. 8. Pigmentirte Bindegewebskörperchen (sogenannte sternförmige Pigmentzellen) aus dem Säugethierauge.

Fg. 9. Scheibenförmige Zellen des Blutes vom Menschen *a a a*. Bei *b* halb von der Seite, bei *c* gänzliche Seitenansicht. Daneben bei *d* eine Lymphoidzelle.

Moleküle Melanin. Eins der verbreitetsten Gebilde des Menschenleibes ist die farblose kugelige Lymphoidzelle. Auch im Blute kommt sie vor (Fig. 9. *d*), und wandelt sich zuletzt in ein scheibenförmiges Gebilde (*a b c*) um, dessen Zellenleib eine homogene rothe Substanz von höchst verwickelter chemischer Kon-

stitution, das sogenannte Hämoglobin, führt. Andere Zellen werden nachträglich Behälter fettiger Massen, oft in hohem Grade.

Gehen wir über zum Kern oder Nukleus, so kann dessen Durchmesser im Mittel auf 0,007—0,005 mm angenommen werden. Ursprünglich ist er ein Bläschen (Fig. 3 u. 4), also ein von feiner Hülle umschlossenes Gebilde. Kernkörperchen, Nukleoli, kommen einfach, doppelt oder in grösserer Menge vor (Auerbach). Man hat in neuerer Zeit noch ein Netzgerüste feiner Fasern im Nukleus beschrieben. Dieses an das oder die Kernkörperchen sich anlegende Faserwerk hat man mit dem Namen des Kerngerüstes versehen (Fig. 10. 1. 2.), während man der homogenen Zwischensubstanz — welche aber verschiedene Konsistenz besitzen kann — den nicht gerade glücklich gewählten Namen des Kernsaftes verliehen hat.



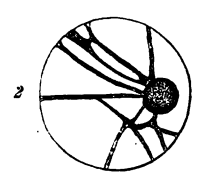


Fig. 10. Eikerne (sogenannte Bläschen) 1 der Maus, 2 des Seeigels mit dem »Kerngerüste« und dem »Kernsaft«.

Derartiges dürfte vielfach, wenn auch nicht immer existiren.

Besitzt nun, fragen wir weiter, das Protoplasma des Zellenkörpers einen analogen Bau? Von manchen Forschern wird es angenommen, von anderen geleugnet. Wir stellen uns, wenn es sich um eine netzförmige typische Struktur handeln soll, auf die letztere Seite, wenn wir auch gerne zugeben, dass zarteste Streifen und Andeutungen feinster Fibrillenbildung vorkommen können. Aber wir sind hier an der Leistungsgrenze unserer optischen Hülfsmittel angekommen.

Der Kern — wir kehren nothgedrungen nochmals zu ihm zurück — kann jenen bläschenartigen Charakter hinterher einbüssen und eine andere Beschaffenheit annehmen. So verwandelt er sich nicht selten später in ein festeres gleichartigeres Gebilde (Fig. 6), oder er wird körnig. Verlängert sich die wachsende Zelle beträchtlicher, so nimmt der Kern öfters ebenfalls eine gestrecktere Form an.

In der Regel bleibt der Nukleus ein bestimmter, ziemlich konservativer Bestandtheil der Zelle. Doch begegnen wir andern der letzteren, welche mit dem Alter den Nukleus einer früheren Lebensperiode verloren haben. Solche kernlose Zellen bilden die äussersten Lagen der unsere Haut bedeckenden Epidermis (Fig. 11). Andere Zellen (Fig. 12) enthalten im völligen Gegensatz doppelte Kerne. Ihre Bedeutung soll uns später beschäftigen. Ganz wunderliche Gebilde von unregelmässiger Form und theilweise ausserordentlichem Ausmaass kommen im Knochenmark (aber auch manchen krankhaften Geschwülsten) vor. Man hat sie Myeloplaxen oder auch Riesenzellen genannt (Fig. 13). Sie



Fig. 11. Kernlose Zellen der Epidermis.

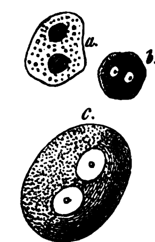


Fig. 12. Zellen mit doppeltem Kerne; *a* aus der Leber, *b* aus der Chorioidea des Auges und *c* aus einem Ganglion.

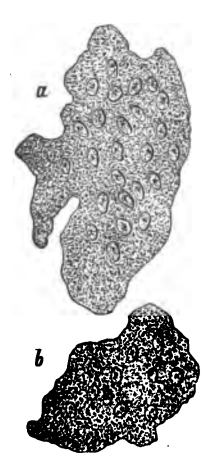


Fig. 13. Vielkernige Riesenzellen aus dem Knochenmark des Neugeborenen.

können in ihren grossen Exemplaren ganze Schaaren der Kerne beherbergen. Auf ihre Entstehung kommen wir später zurück.

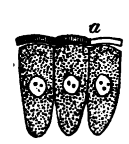
Mit jenen beiderlei Dingen, dem Protoplasma und dem Nukleus, haben wir die wesentlichen Zellenbestandtheile kennen gelernt.

Die jugendliche Zelle zeigt nun nichts weiter.

Später kann es aber anders werden. Die Oberfläche des Zellenleibes erhärtet, oder von der Nachbarschaft aus wird ihr eine festere einhüllende Schicht aufgebildet. So kommt es zu demjenigen, was man, bleibt das Ding sehr dünn, eine Zellenmembran nennt, während man eine dickere Hülle mit dem Namen der Zellenkapsel versieht.

Wir sagten so eben: »es kann dazu kommen«; es muss aber nicht. Wir nehmen heutigen Tages einen anderen Standpunkt ein als unsere Vorgänger. Am Ende der dreissiger Jahre hatte SCHWANN, der Begründer der modernen Histologie, jeder Zelle irrthümlich als wesentlichen dritten Bestandtheil die Zellenmembran zugeschrieben, so dass an der Zelle zwei konzentrische Hüllen, diejenige des bläschenförmigen Kerns und die äussere des Zellenleibes, vorkommen sollten. Der noch jetzt benutzte Name »Zelleninhalt« rührt aus jener Periode her.

Kein Mensch vermag anzugeben, wo denn eigentlich eine solche Membran beginnt. Denn dass die Oberfläche eines Zellenprotoplasma in Berührung mit der angrenzenden Umgebung fester sich gestalten könne und in der That auch vielfach werde, das wird Niemand in Abrede stellen, welcher die so grosse Veränderlichkeit des Protoplasma kennt. Von einer Zellenmembran dürfen wir eigentlich erst dann sprechen, wenn wir das Ding zu isoliren und somit sicher dem Auge des Mikroskopikers vorzuführen vermögen. Eine glatte scharfe dunkle Begrenzungslinie an einer möglicherweise stark veränderten Zellenleiche gibt uns noch keinen Beweis einer Membran. Wir werden allerdings später finden, dass z. B. an einer Fettzelle die Isolirung einer Hülle sehr leicht ist. Nehmen wir beispielsweise unsere Fig. 14, so sind die Seitenflächen der zylindrischen Gebilde *a* mit einer sicher nachweislichen Hülle versehen. Oben (am breiten Theil) ist es anderes. Hier fehlt die Zellenmembran, und ein dickeres, von sehr feinen Längskanälchen durchzogenes Deckelstück überzieht das Protoplasma. Eine Zellenkapsel erblicken wir an dem Säugethier-Eichen (Fig. 4. 2), während ein jüngeres Ovulum (1) noch hüllenlos erscheint. Im Knorpelgewebe sind Zellenkapseln ganz gewöhn-



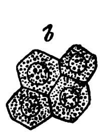


Fig. 14. Zylinderepithelien aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Seitenansicht der Zelle mit dem verdickten, etwas abgehobenen, von Porenkanälchen durchzogenen Saume; *b* die Ansicht der Zellen von oben, wobei die Mündungen der Porenkanäle als Pünktchen auftreten.

liche Vorkommnisse; wir werden uns dort näher mit ihnen zu beschäftigen haben.

Wir gehen weiter, wir fragen nach dem Leben der Zelle. Ein solches, allerdings ein beschränktes im Dienste des Ganzen, haben wir schon früher jener zugeschrieben.

Kann man dieses aber beweisen? Diese Frage wirft wohl Mancher auf. Wir antworten mit ja. Wir erinnern an dasjenige, was wir oben über die merkwürdige Protamoeba bemerkt haben, an jene ewige Veränderlichkeit, an jenes lebendige Zusammenziehungsvermögen des Protoplasma. Zahlreiche Zellen unseres Körpers, so z. B. die Lymphoidzellen (Fig. 9. *d*), zeigen das Gleiche und besitzen einen »amöboiden« Gestaltwechsel.

Bewirken wir im künstlichen Versuche bei einem Frosch eine Entzündung des Augapfels, so erscheint in der Augenkammer bald ein trüber Inhalt statt des klaren Wassers des Normalzustandes. In jener undurchsichtigeren Flüssigkeit treffen wir jetzt eine Unzahl Lymphoidzellen, welche man in diesem Falle »Eiterkörperchen« nennt. Unterwerfen wir in schonender Weise diese »Eiterzellen« der mikroskopischen Prüfung, so erkennen wir den uns bereits bekannten lebendigen Formenwechsel des Protoplasma. Alle Gestalten, welche unsere Fig. 15 *a—k* vorführt — und noch eine Unzahl anderer — kann eine und dieselbe Zelle nach einander annehmen, bis sie endlich im Tode als sphärischer Körper (*l*) zur Ruhe kommt. Früher kannte man nur diese Leiche.



Fig. 15. Eiterzellen aus dem entzündeten Froschauge. *a—k* die Gestaltveränderungen der lebenden Zellen; *l* die abgestorbene Zelle.

Noch andere merkwürdige Dinge knüpfen sich an jene Eigenthümlichkeiten des Protoplasma.

Fügen wir jener trüben Augenflüssigkeit harmlose Farbstoffe im Zustande feinster Zertheilung, z. B. Indigo oder Karmin, bei,

so sehen wir, wie das ewig unruhige Protoplasma allmälig ein Farbekörnchen nach dem anderen in den Zellenleib aufnimmt (*b*). Ja noch grössere Gebilde können so eingeführt werden. Trümmer oder selbst ganze rothe Blutkörperchen gelangen derartig in die Lymphoidzellen der Milz. Auf ganz gleichem Wege hatte auch die Amoeba (Fig. 2) ihre kleinen Nahrungskörperchen aufgenommen. Diese Einfuhr kann in beiderlei Fällen an jeder Stelle der Aussenfläche statthaben; denn letztere ist ja überall gleich.

Durch jenen lebendigen Formenwechsel vermag unsere Lymphoidzelle ebenfalls, einer Amoeba gleich, über die Unterlage sich wegzuschieben und so allerdings sehr langsam und träge fortzuwandern. Man kann dieses in jener trüben Flüssigkeit bei der sogenannten Eiterzelle beobachten. — Nimmt man die so herrlich durchsichtige Hornhaut eines gesunden Froschauges und erhält man sie lebendig, so sieht man Lymphoidzellen die Hohlgänge der Cornea in deutlichster Weise durchwandern, so dass sie allmälig das ganze mikroskopische Sehfeld passiren.

Man drückte das ziemlich drastisch mit den Worten aus. »Die Zellen fressen und marschiren«. Man hat derartigen Zellen den Namen der Wanderzellen gegeben, und ihnen die an ihrem Orte bleibenden Gewebezellen als fixe Zellen entgegengesetzt.

Wir greifen noch ein anderes Moment aus diesen merkwürdigen und für den Menschenleib so wichtigen Dingen heraus.

Derartige amoeboide Zellen können in andere zur Ruhe gekommene Zellenformen einwandern.

Die Flächen des Körpers tragen Zellenschichten, welche man Oberhaut oder Epithel nennt.

Das Gewebe nimmt an katarrhalischen Reizungen der Schleimhäute starken Antheil. Aus der tieferen Schicht der letzteren wandern alsdann Lymphoidzellen in die Leiber jener Epithelzellen ein (Fig. 16 *b*—*g*). Man hat früher jene sonderbaren Zellen beobachtet, ehe man die Vitalität des Protoplasma ahnte. Man begriff natürlich damals den Vorgang nicht. Man wähnte anfänglich, die lymphoiden Zellen wären im Innern der epithelialen erzeugt worden.

Man kennt schon seit langer Zeit eine Zellenform, und zwar eine Art des Epithel, welche die frappantesten Lebenserscheinungen darbietet. Dieses ist die Wimper- oder Flimmerzelle (Fig. 16, *f*). Sehr kleine und dünne Härchen, welche die freie Oberfläche des Zellenkörpers bedecken, sind beständig in hin- und herschnellender Bewegung begriffen. Diese Vibrationen erfolgen so ausserordentlich schnell, dass die einzelnen das menschliche Auge nicht zu unterscheiden vermag. Erst beim Absterben der Flimmerzelle erlahmen jene Schwingungen, und jetzt kann man dieselben zählen. Wir wissen gegenwärtig, dass unsere feinen Wimperhärchen Protaplasmafäden sind, und dass ihre Bewegungen in den Lebenskreis jener merkwürdigen Masse fallen. Freilich die rapide Arbeit jener kleinen Haare und die träge des gewöhnlichen Protoplasma bieten eine noch unerklärliche Verschiedenheit dar. *)

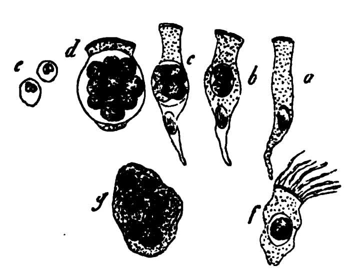


Fig. 16. Eiterkörperchen im Innern von Epithelialzellen aus dem menschlichen und Säugethierkörper. *a* Einfache Zylinderzelle des Gallengangs vom Menschen; *b* eine solche mit 2 Eiterzellen, *c* mit 4 und *d* mit vielen dieser Inhaltszellen; *e* die letzteren isolirt; *f* eine Flimmerzelle aus den menschlichen Athemwerkzeugen mit einem, und *g* eine Plattenepithelzelle aus der menschlichen Harnblase mit reichlichen Eiterkörperchen.

Wo Bewegung im Gebiete des thierischen Lebens, da ist auch Empfindung. Haben die Zellen, die belebten minimalen Bausteine unseres Körpers, letztere Fähigkeit? Wir können dieses unbedenklich bejahen.

Werden jene veränderlichen Gestalten, wie sie unsere Fig. 15 brachte, von einem schwachen elektrischen Reiz getroffen, so kehren sie rasch zur Kugelform zurück, um hinterher das alte Spiel der Ausläuferbildung wieder zu beginnen.

Jeder Organismus, auch der kleinste und einfachste, hat einen Stoffwechsel; d. h. er gibt veränderte unbrauchbare Massen-

*) Von theilweise behaupteten weiteren Komplikationen im Innern des Zellenleibes konnten wir uns wenigstens bisher nicht sicher überzeugen.

theilchen ab, er nimmt neue in sich auf und wandelt sie zu den Bestandtheilen des eigenen Körpers um. In der Jugend überwiegt die Aufnahme; der Organismus nimmt dann an Masse zu; er wächst.

Alles dies kommt den Zellen ebenfalls zu. Freilich der Wahrnehmung jener Lebensthätigkeiten tritt erschwerend die Kleinheit und die verborgene Existenz unserer Gebilde entgegen. Dass die Zellen wachsen, und zwar mitunter sehr beträchtlich, lässt sich vielfach mit grösster Sicherheit, so z. B. beim Fett- und Knorpelgewebe sowie der Eizelle, zeigen. Dass sie Stoffe aufnehmen und umarbeiten, d. h. chemisch zu etwas Anderem machen, erkennen wir ebenfalls ohne Mühe. Melanin, der schwarze Farbstoff, dessen wir oben gedachten, fehlt im Blute. Er wird von der Zelle (Fig. 8) gebildet. Gallensaure Salze und Gallenfarbstoff, erstere wenigstens sicher dem Blute mangelnd, sind Erzeugnisse der lebendigen Leberzelle. Letztere liefert ferner uns ein schlagendes Beispiel der Stoffabgabe. Die beiderlei eben genannten Substanzen erscheinen später als Bestandtheile der Galle. Wir könnten leicht derartige Dinge in Mehrzahl beibringen. Doch es mögen diese paar Bemerkungen genügen; sie zeigen wenigstens das Kommen und Gehen der Stoffe.

An die Fersen des Organischen wie ein Fluch heftet sich das Gesetz des Untergangs. Vom Infusionsthierchen, dessen Leben nach Stunden zählt, bis zur Eiche, deren Existenz Jahrhunderte andauert, überall eine beschränkte Lebensdauer. Ueber den menschlichen Organismus, diesen höchsten Zellenkomplex, sagt bekanntlich ein uraltes Wort, dass er 70 und, wenn es hoch komme, 80 Jahre lebe.

Nun tritt die Frage an uns heran: sind die Zellen, diese lebendigen Bausteine unseres Körpers, ein für alle mal da, um mit uns als getreue Gefährten bleibend auszuhalten bis zur Stunde des Todes? oder besitzt unsere Körperzelle, das zarte kleine Wesen, eine beschränktere und vielleicht, verglichen mit dem menschlichen Leben, nur eine sehr kurze Existenz?

Wir antworten unbedenklich in letzterem Sinne. Der Körper lebt unter glücklichen Umständen lang, unsere Zellen kurz. Freilich den Beweis für letzteren Satz können wir zur Zeit nur sehr lückenhaft erbringen.

Wir führen wiederum ein paar Beispiele an. Dass die Aussenseite unseres Körpers von Zellenlagen bedeckt sei, sagten wir oben. Die oberflächlichen Schichten stehen in losem Zusammenhange; es sind Zellen im Greisenalter. Die Reibung unserer Kleidung entfernt täglich gewaltige Zahlen derselben. Ein reinlicher Mensch, welcher jeden Tag energisch Schwamm und Handtuch benutzt, reibt noch grössere Mengen ab.

In der Mundhöhle geht es jeden Tag sehr lebhaft zu. Wir schlucken; unsere Zunge arbeitet beim Sprechen; Getränke und Nahrungsmittel passiren diesen Eingang der Verdauungswerkzeuge. Jeder weiss dieses. Die Schleimhaut der Mundhöhle ist abermals bedeckt von einer mächtigen epithelialen Zellenschichtung. Auch hier werden täglich viele Tausende gealterter Zellen abgerieben. Das, was die Eingangspforte begann, dieses setzt der ganze Verdauungsapparat fort. Eine Unmasse von Zellen geht da täglich verloren.

Um die Lebensdauer einer Zellenart zu zeigen, wenden wir uns an den menschlichen Nagel. Letzterer, aus einem Hautfalze hervorwachsend, ist ein Zellenkomplex. In der Tiefe des Falzes herrscht die Jugend, an dem oberen Rande, welchen wir beschneiden, das Alter. Der verstorbene Göttinger Physiologe, Berthold, wies nach, dass eine Nagelzelle im Sommer 4, im Winter 5 Monate lang lebt. Ein Mensch, welcher im 80. Jahre stirbt, er hat seinen Nagel wohl zweihundertmal gewechselt — und der Nagel, er erschien als ein so stilles, scheinbar unveränderliches Ding!

Wir halten die Nagelzelle für einen verhältnissmässig lang lebenden trägen Bestandtheil des Körpers. Wir glauben, dass die meisten unserer Leibeszellen eine weit kürzere Existenz besitzen. Wir wiederholen jedoch, es ist ein Glaubenssatz. Denn beweisen

kann das eben Niemand zur Zeit; aber alles drängt zu der Ansicht, dass z. B. die rothen Blutkörperchen, von deren Menge wir oben sprachen, eine weit kürzere Existenz als die Elemente des Nagels besitzen, und sicher viele andere Zellenarten gleich ihnen.

Sind die meisten Zellen also einem frühen Untergang verfallen, wie sterben sie?

Die Wissenschaft vermag darüber zur Stunde nur ungenügende Antwort zu geben. Gewisse Zellen, diejenigen der Aussenfläche des Körpers und mancher Schleimhäute, vertrocknen in alten Tagen; der Zusammenhang mit den Nachbarn löst sich, das Ding fällt von der Unterlage ab. Die rothen Blutzellen sterben, indem sie sich in der Blutflüssigkeit auflösen. Andere bleiben in dem verwickelten Gewebe der Milz stecken, und sie sind ebenfalls Kinder des Todes; denn das Blutkörperchen lebt nur in der ewigen Bewegung des Stromes; die Ruhe drückt ihm den Stempel des Todes auf.

Andere Zellen zeigen in den Tagen des Alters Körnchen der Kalksalze. Sie mumifiziren. In diesem Zustande können sie als Zellenleichen möglicherweise noch längere Zeit Körperbestandtheile bleiben. Gewöhnlicher dürften sie hinterher jedoch bald eingeschmolzen werden.

Eine sehr verbreitete Todesform thierischer Zellen im gesunden wie krankhaften Leben ist die sogenannte Fettdegeneration. An der Stelle des Protoplasma erblicken wir in steigender Menge Moleküle fettiger Stoffe (Fig. 17). Sie ertödten zuletzt den Zellenkörper.



Fig. 17. Zellen aus dem GRAAF'schen Follikel des Eierstocks fettig degenerirt.

Verliert also der menschliche Körper täglich gewaltige Mengen seiner lebendigen Bausteine, wie ersetzt er diesen Verlust?

Wir betreten hiermit ein sehr interessantes Gebiet unserer Wissenschaft. SCHWANN, der Begründer der modernen Histologie, hatte gelehrt: »Was der Krystall im Bereiche des Anorganischen, das ist die Zelle im Gebiete des Lebens.« Wie jener aus der

Mutterlauge hervorschiesst, so entwickeln sich in passenden thierischen Flüssigkeiten die Bestandtheile der Zelle, Kernkörperchen, Kern, Hülle und der Zelleninhalt. Die Zelle sollte also spontan entstehen.

Man huldigte längere Zeit hindurch dieser Ansicht. Sie erklärte ja alles so bequem!

Indessen das Ding war eben eine Uebereilung. Zwei hochbegabte Forscher, Remak und Virchow, der erste für den embryonalen, der letztere für den erkrankten Menschenleib, zeigten den Irrthum.

Das Reich der Organismen bildet eine Kontinuität von der Protamoeba bis zum Menschen. Wir stehen keinen Augenblick an, dieses auch als unsere Ueberzeugung auszusprechen.

Man hat einem alten weltbekannten Worte: »Omne vivum ex ovo« den Satz nachgebildet: »Omnis cellula e cellula«. Wir unterschreiben letzteren vollkommen. Die Zelle geht aus der Zelle hervor; eine spontane Entstehung im Sinne Schwann's gibt es nicht.

Wir kennen nur eine sichere Vermehrungsweise der Körperzellen beim Menschen.

Die Protamoeba, die kernlose Haeckel'sche Cytode (Fig. 1), zertrennt sich durch Abschnürung in zwei Wesen. Jedes Stück wächst durch überwiegende Stoffaufnahme zu einer neuen Protamoeba heran. Das ist nun aber auch der Fortpflanzungsakt der kernführenden menschlichen Körperzelle. Kern und Protoplasma theilen sich; aus einem Gebilde werden also zwei und so fort. Unsere Zeichnung (Fig. 18) zeigt diesen Vermehrungsprozess embryonaler Blutkörperchen.

Ist die Zelle aber einmal durch eine Hülle oder eine Kapsel umschlossen, wie beim Knorpel (Fig. 19), ist das Protoplasma eingefangen, dann tritt der Gegensatz des Aktiven und des Passiven uns frappant entgegen. Die Kapsel bleibt starr und still, die Zelle im Gefängniss bewahrt das alte Leben. Man hat unseren Vermehrungsprozess, welcher auch beim befruchteten Säugethierei

getroffen wird, in alter Zeit als »endogene Zellenbildung« schlecht genug bezeichnet; man hat von Mutter- und Tochterzellen gesprochen. Die sogenannte Mutterzelle ist eben jetzt nichts anders als die Zellenkapsel.

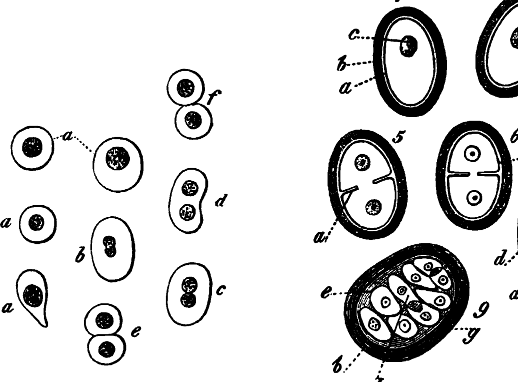


Fig. 18. Blutkörperchen junger Hirschembryonen; bei *a* die meist kugligen Zellen; *b—f* Theilungsprozess derselben.

Fig. 19. Schema sich theilender eingekapselter Knochenzellen. *a* Zellenleib, *b* Kapsel, *c* Kern, *d* endogene Zellen; *e* nachträgliche Kapselbildungen.

Erfolgt aber der Theilungsakt der menschlichen Zelle langsam oder rasch? Wir müssen das Letztere annehmen, für Warmblüter schneller als kaltblütige Vertebraten. $^1/_2$ bis mehrere Stunden dürften genügen, da manches dafür spricht. In niederen wirbellosen Thiergruppen kommen wohl noch schneller ablaufende Theilungsakte vor.

Wir haben schon früher erwähnt (S. 1), dass ein kernloses Protoplasmaklümpchen, die Protamoeba, sich zu theilen vermag. Allein unsere Körperbestandtheile sind kernführende Zellen. Welcher Zellenbestandtheil, Kern oder Protoplasma des Zellenleibes übernimmt nun die Hauptrolle? Wir müssen heutigen Tages sagen: der Kern.

Wunderbare Seiten des Zellenlebens haben sich in der Neuzeit enthüllt und ist vieles — sehr vieles möchten wir beifügen — zur Zeit noch dunkel, der Gegenstand verlangt bei seiner Wichtigkeit hier eine nähere, nicht kurz zu fassende Besprechung. Bilder,

wie sie unsere Figuren 18 und 19 brachten, wenn sie zur ersten Orientirung auch jetzt noch dienen können, genügen dem jetzigen Wissen durchaus nicht mehr.

Wir haben schon früher (Fig. 10) darauf hingewiesen, dass der Kern kein homogenes Gebilde ist, dass er vielmehr aus dem Kerngerüste und einer homogenen Zwischensubstanz, dem sogenannten Kernsaft, besteht.

Es ist nun möglich, dass gewisse Zellen jenen unmittelbaren Theilungsprozess durchmachen, wie ihn Fig. 18 nach älteren, allerdings nicht mehr ganz richtigen, Beobachtungen wenigstens zur ersten Vorstellung bringt. Man könnte alsdann von einer direkten Kerntheilung mit nachfolgender Theilung des Zellenleibes sprechen. Sicher steht dieser Theilungsprozess aber nicht. Der viel verbreitetere Vorgang ist die indirekte Kerntheilung. FLEMMING auf thierischem, STRASBURGER auf pflanzlichem Gebiete, haben diesen merkwürdigen Vorgang (die »Karyokinese«, oder wie eine neuere Bezeichnung von FLEMMING lautet die »Mitose«) auf das Genaueste zwar studirt, allein bei der ausserordentlichen Schwierigkeit der Forschung bleiben der Zweifel und Bedenken noch gar manche übrig.

Sehen wir zunächst unsere Fig. 20 *a*—*l* an.

a zeigt den ruhenden Kern. Bald erblicken wir den zur Theilung sich anschickenden Nukleus verändert, indem das Kerngerüste zu einem Gewirre sich umgestaltet hat. Es hat die Knauelform (*b*) angenommen. Diese Form geht (*c*) in die Kranzform über. Weitere Umänderungen des Kerngerüstes führen zu einer beginnenden Sternform (*d*). Durch Lösung der radialen Faserung und Trennung der peripherischen Schleifenenden, sowie Längstheilung der Fasern gewinnen wir die volle Sterngestalt (*e*). Der Stern zerbricht später in der Äquatorialebene und wir erhalten darauf eine andere Gestalt (*f*). Die äquatoriale faserfreie Platte tritt deutlicher hervor (*g*). Aus beiden halbtonnenartigen Fibrillenmassen der vorhergehenden Figur entwickelt sich das Bild zweier Sterne unter Kerneinschnürung (*h*). Letztere

schreitet fort, so dass das Fasergerüste die Kranzform in den beiden Kernabkömmlingen (*i*) annimmt. Zuletzt (bei *k*) eine neue Knauelform des Tochterkerns. Die Szene beschliesst der ruhende Kern der Tochterzelle (*l*).

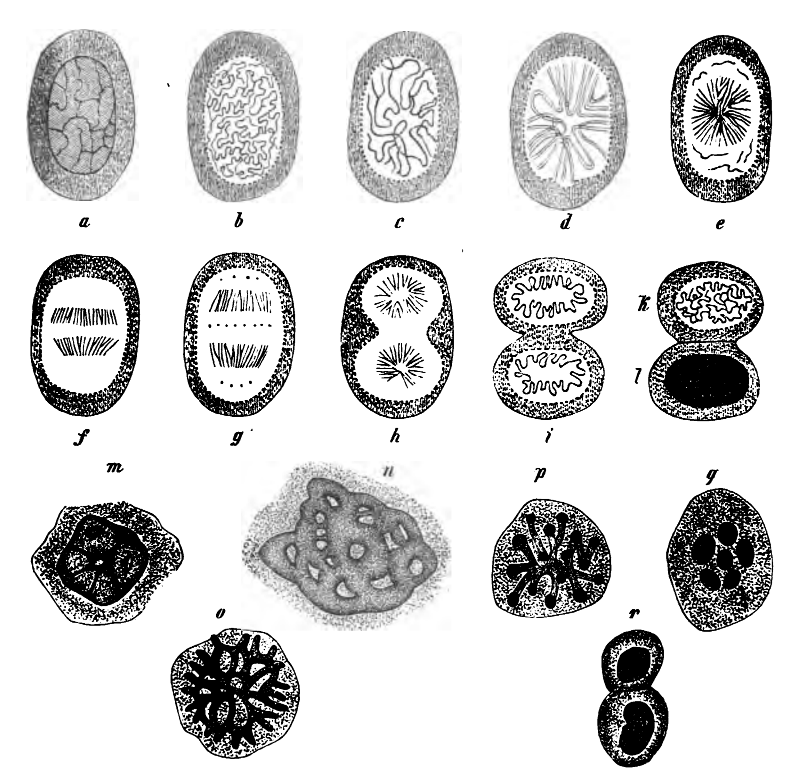


Fig. 20. *a*—*l* Indirekte Kerntheilung (indirekte Segmentirung Arnold's) nach dem Flemming'-schen Schema. Die Erklärung im Texte. *m*—*r* Arnold's indirekte Fragmentirung. *m* kleine Riesenzelle aus dem Knochenmark des Kaninchens; *n* grössere ebendaher mit einer Netz- und Bandform des Kernes; *o* Lymphoidzelle aus leukämischem Blute mit ausgebildeterer Kernformation; *p* ebendaher, die Kernfigur im Begriff in Tochterkerne zu zerfallen; *q* die Kerne getrennt von derselben Stelle; *r* Einfurchung des Zellenkörpers aus dem Knochenmark des Kaninchens.

Arnold, einer unserer ausgezeichnetsten, unermüdlichen Forscher, hat in neuester Zeit theils bei normaler, theils bei pathologischer Zellenvermehrung noch einen anderen, vielleicht nicht scharf zu trennenden Vermehrungsprozess beobachtet. Er gab dem soeben geschilderten Flemming'schen Schema den Namen der

»Segmentirung« und unterscheidet die von ihm erkannten Vorgänge als »Fragmentirung».

Hier also fehlen die Flemming'schen Figuren und die regelmässige Abschnürung, deren wir gedachten. »Die Kerne schnüren sich an beliebigen Stellen in zwei oder mehrere gleiche, häufiger ungleiche Kernabschnitte ab, welche nicht durch regelmässige Theilungsflächen sich abgrenzen«, sagt Arnold. Er unterscheidet eine direkte Fragmentirung »ohne Zunahme und veränderte Anordnung der chromatischen Kernsubstanz« (gleich der direkten Segmentirung) und eine indirekte »mit Zunahme und veränderter Anordnung der chromatischen Kernsubstanz«. Von der Manchfaltigkeit des letzteren Prozesses können die Bilder *m*—*r* uns eine erste Vorstellung geben.

Wir haben schon früher (Fig. 13) der Riesenzellen, theils normaler, theils krankhafter Vorkommnisse gedacht. Ein Theil derselben bietet uns ein schönes Vorkommniss jener indirekten Fragmentirung des Kernes dar. Wir sagten eben: ein Theil, denn andere verdanken ihre Entstehung der Verschmelzung hüllenloser gekernter Protoplasmaklumpen und ein Rest besteht aus Trugbildern, aus Quer- und Schiefschnitten von Kanälen mit veränderter Wandbekleidung und umgewandeltem Inhalte.

Nehmen wir Blut, Lymphe und Chylus, so liegen Massen vor, wo in reichlicher Flüssigkeitsmenge Zellen suspendirt sind, beim Blute, wie wir schon wissen, in ganz enormen Mengen. Etwas Aehnliches stellt ein pathologisches Produkt, der Eiter, dar. Soll man hier von Geweben sprechen? Unserer Meinung nach ist es erlaubt. Doch, wir geben es gerne zu, man kann die entgegengesetzte Ansicht vertheidigen.

Andere Gewebe, wie das des Epithel oder der Oberhaut (Fig. 21), zeigen in dichter Aneinanderreihung die zelligen Elemente. Indessen, schon die erste Beobachtung lehrt es, unsere Zellen sind nicht lose gegen einander gedrängt, sie hängen innig zusammen. Sie sind mit einander verklebt oder verkittet. Man nennt diese Masse, welche in minimal dünner Schicht sehr häufig

auftritt, entweder den Gewebekitt oder die Interzellularsubstanz. Legt man ein derartiges Gewebestückchen kurze Zeit in sehr verdünnte Höllensteinlösung, und setzt man jenes dann dem Lichte aus, so wird dieser Gewebekitt schwarz. Man macht von diesem trefflichen Hülfsmittel heutigen Tages den vielfachsten Gebrauch. Man hat in derartiger Weise vor Jahren erkannt, dass die feinsten Blutgefässe, die sogenannten Kapillaren, aus verkitteten, lang ausgezogenen, sehr dünnen Zellenplättchen hergestellt werden, welche, zum Rohr eingekrümmt, sich verbinden (Fig. 22).

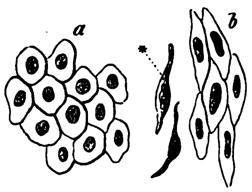


Fig. 21. Einfache Plattenepithelien; *a* einer serösen Membran, *b* der Gefässe.

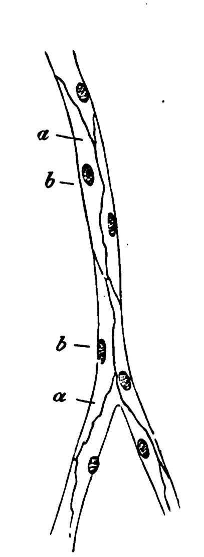


Fig. 22. Haargefäss aus dem Mesenterium des Meerschweinchens nach Einwirkung der Höllensteinlösung. *a* Gefässzellen, *b* deren Kerne.



Fig. 23. Zellen aus dem sogenannten Schmelzorgan eines viermonatlichen menschlichen Embryo.

Sternförmige Zellen (Fig. 23) können mit ihren Ausläufern verschmelzen und ein zierliches Netzwerk herstellen. Die Maschen vermögen mit homogener Gallerte, aber auch mit einer Unzahl

von Lymphoidzellen erfüllt zu sein. Im ersteren Falle haben wir wiederum eine Art von Interzellularsubstanz.

Die letztere gewinnt in manchen Geweben eine bedeutende Mächtigkeit. So im Knorpel.

Anfänglich (Fig. 24) ist jene Zwischenmasse wohl überall homogen. Diese Beschaffenheit erhält sich entweder, oder aus der



Fig. 24. Knorpel eines jungen Schaffötus.

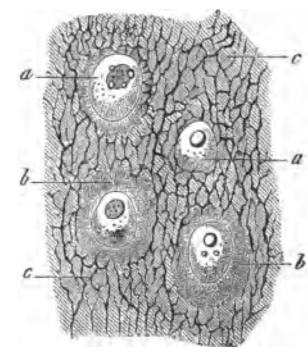


Fig. 25. Netzknorpel (Ohrmuschel) des Menschen. *a* Zellen; *b* homogene Zone; *c* elastisches Fasernetz.

Interzellularsubstanz schiessen hinterher Fasern auf. Häufig (Fig. 25) treffen wir dieselben filz- und netzartig gekreuzt. Sie zeigen Reagentien gegenüber ein hartnäckiges Widerstandsvermögen. Man nennt solche Fasern elastische (*c*). Also — wir wiederholen es — die elastische Faser ist durch nachträgliche Umwandlung einer ursprünglich homogenen Substanz entstanden.

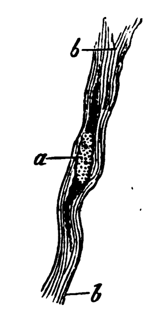


Fig. 26. Aus der Sehne eines Schweinsembryo. *a* die Zelle; *b* der Bindegewebebündel.

Unendlich weit verbreitet durch den Menschenleib ist das Bindegewebe (Fig. 26). Ein Stückchen desselben, aus dem embryonalen Körper herausgenommen, zeigt uns neben Zellen (*a*) Bündel sehr feiner Fibrillen, der Bindegewebefasern (*b*). Ihnen kommt ein ganz ähnlicher Ursprung zu. Hinterher hat das Bindegewebe auch noch jene

elastischen Fasern ausgebildet, welchen wir so eben im Knorpel begegnet sind.

Wo kommen aber Gewebekitt und Interzellularsubstanz her? Sind sie von der Nachbarschaft zwischen die Zellen eingeschoben worden — oder haben die Zellen selbst jene Massen geliefert?

Letzteres ist der Fall. Jene Massen waren einstens Bestandtheile des Zellenkörpers, stellten einmal Protoplasma her. Man hat die Formung des Gewebekittes bald mehr einem Absonderungsakt der Zelle, bald mehr einer Umwandlung der Aussentheile des Zellenleibes verglichen. Wir denken, es kommt beides vor, und die Differenz zwischen jenen Anschauungen ist in der That keine erhebliche zu nennen.

Jedoch auch von aussen her kann der einzelnen Zelle oder einem Zellenkomplex etwas aufgelagert werden, was mit jenen in nähere Verbindung tritt. Das Säugethier-Eichen (Fig. 4) zeigt eine Kapsel. Sie ist das Elaborat der kleinen, das Ovulum bedeckenden Zellen (*a*).

Die Kapsel der Knorpelzellen erscheint allerdings der Eihülle höchst ähnlich. Indessen ihre Herkunft ist eine völlig andere. Die Knorpelkapsel haben die Knorpelzellen selbst geformt. Wir kommen darauf später zurück.



Fig. 27. Dickdarmschläuche des Meerschweinchens. Bei *a* eine Drüse mit stellenweise hervortretender *Membrana propria;* bei *b* entweicht der Inhalt durch einen Riss jener.

Die Drüsen (Fig. 27) bestehen aus sekretbildenden Zellenkomplexen, umschlossen von wasserheller Hülle, der sogenannten *Membrana propria.* Diese bildet kein Absonderungsprodukt des Zellenhaufens, wie man früher annahm. Die Hülle ist vom angrenzenden Bindegewebe dem Drüsenzellenhaufen umgebildet worden. Sie kann strukturlos bleiben; in ihren Aufbau vermögen aber auch äusserst flache Sternzellen einzutreten. Letztere erscheinen dann als zarte rippenartige Verdickungen jener Membran.

Wir wollen noch ein Beispiel einer weit getriebenen Zellenumwandlung anreihen; wir sprechen vom quergestreiften willkürlichen Muskel.

Derselbe, ein dicker, zylindrischer Faden, nicht selten von beträchtlicher Länge, besteht aus einer kontraktilen, längs- und quergestreiften Substanz. In den Aussentheilen letzterer liegen zahlreiche Kerne mit anhängenden Protoplasmaresten. Umhüllt wird jener von glasheller Scheide. Das ganze aber geht aus einer einzigen Zelle hervor (Fig. 28). Dieselbe (*a*) wächst unter fortgehender Kernvermehrung (*b*) zum Faden aus, das Protoplasma wandelt sich in längs- und quergezeichnete Substanz um (*c*); nur dürftige Ueberbleibsel umhüllen die Kerne, sie zu rudimentären Zellenabkömmlingen gestaltend, und von dem angrenzenden Bindegewebe her wird dem Ding die homogene Hülle endlich umgebildet.

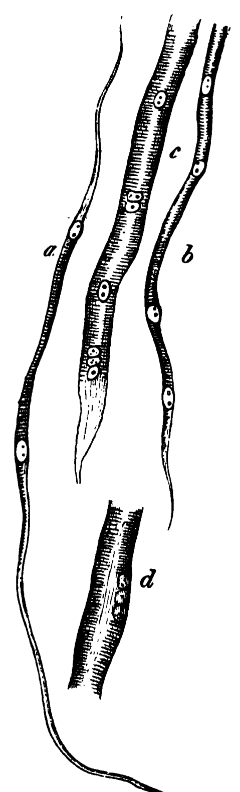


Fig. 28. Zur Entwickelung des quergestreiften Muskelfadens (Schafembryo).

Die angeführten Beispiele mögen genügen. Sie zeigen wenigstens, wie das Verschiedenartigste durch nachträgliche Zellenumwandlung aus ursprünglich Aehnlichem entstehen kann, und sie ergeben die hohe Bedeutung der Zelle für den Aufbau des Organismus.

Zweite Vorlesung.

Gewebeeintheilung. Blut. Lymphe. Chylus.

Eine Eintheilung der Gewebe wurde im Laufe der Zeiten oft versucht; aber sie ist und bleibt ein sehr schwieriger Gegenstand. Eine wissenschaftlich genügende Gruppirung kann nur auf den Entwickelungsgang der Formelemente gegründet werden. Leider ist jener noch nicht überall sicher hergestellt. Nun könnte man trotzdem an der Hand der Entwickelungsgeschichte strenge vorschreiten, man könnte die bekannten drei Keimblätter, die Zellenlagen des Ekto-, Meso- und Entoderm, aus welchen der Embryo hervorgeht, als Basis der Eintheilung benutzen. Wenn sie auch die einzig wissenschaftliche ist, so würde gegenwärtig die Darstellung der so gruppirten Gewebe mit nicht unbeträchtlichen Schwierigkeiten verknüpft sein.

Wir wollen deshalb eine vorwiegend künstliche Eintheilung benutzen, welche bei aller Mangelhaftigkeit wenigstens den Vorzug besitzt, dem Lernenden das Material in bequemerer, leicht fasslicherer Form vorzuführen.

Wir unterscheiden:

A. Gewebe einfacher Zellen mit flüssiger Zwischensubstanz: 1) Blut, 2) Lymphe und Chylus.

B. Gewebe einfacher Zellen mit spärlicher, fester, strukturloser Zwischensubstanz: 3) Epithel und Endothel, 4) Nägel, 5) Haare.

C. Gewebe einfacher oder umgewandelter Zellen mit theils noch homogener, theils faseriger und

nicht selten festerer Zwischenmasse (Bindesubstanzgruppe): 6) Knorpel, 7) Gallert-Gewebe und retikuläre Bindesubstanz, 8) Fettgewebe, 9) Bindegewebe, 10) Knochengewebe, 11) Zahngewebe.

D. Gewebe umgewandelter, in der Regel nicht verschmolzener Zellen mit spärlicher strukturloser Zwischenmasse: 12) Schmelzgewebe, 13) Linsengewebe, 14) Muskelgewebe.

E. Zusammengesetzte Gewebe· 15) Gefässe, 16) Drüsengewebe und 17) Nervengewebe.

In dieser Weise wollen wir also vorgehen.

Wir wenden uns zunächst zum Blute.

»Blut ist ein ganz besonderer Saft«, lässt Göthe seinen Mephisto sagen. Die heutige Wissenschaft unterschreibt nach fast hundert Jahren den Ausspruch vollkommen.

Bringen wir ein Tröpfchen jener dem unbewaffneten Auge gleichmässig erscheinenden Flüssigkeit ausgebreitet zu dünner Schicht unter das Mikroskop, so überrascht ein eigenthümliches Bild. Verschwunden ist das gleichmässige Roth; in farbloser Flüssigkeit treten uns zahllose gelbgefärbte Zellen entgegen. Das Fluidum nennt man Plasma, die Zellen tragen den Namen der farbigen oder rothen Blutkörperchen (Fig. 9. *a*, *b*, *c*). Unter den gefärbten Gefährten bemerkt man bei genauerer Durchmusterung noch sehr spärlich ein anderes farbloses Gebilde. Das ist die Lymphoidzelle des Blutes, das sogenannte weisse Blutkörperchen (*d*). Als drittes Element kommen noch die Blutplättchen (Bizzozero) hinzu.

Die rothen Blutzellen des Menschen sind winzige Gebilde; sie messen nur 0,0088—0,0054 mm. Ihre Kleinheit und ihre Unzahl machen es möglich, dass ein kleines Raumtheilchen, dass ein Kubikmillimeter Blutes 5 Millionen derselben zu enthalten vermag.

Die Gestalt, wie Fig. 9 lehrte, ist eine kreisförmige, der Randtheil erscheint gelb, die Mitte hell und nahezu farblos. Rollt

das Blutkörperchen über die mikroskopische Glasplatte, so ergibt die Seitenansicht das Bild bei *c*. Unsere Zelle stellt demgemäss eine kreisförmige Scheibe mit exkavirten Mittelpartien der beiden breiten Flächen dar.

Das rothe Blutkörperchen erscheint im Uebrigen als ein sehr delikates veränderliches Ding. Im verdunstenden Blute wird es zackig (Fig. 29. *b*). Rasch aufgetrocknet bietet es das Bild von c dar. Bei Wasserzusatz wird die Zelle kuglig unter Entfärbung. Der Farbestoff, eine höchst komplizirte Substanz, Hämoglobin genannt, ist nun in Lösung übergegangen. Auch im vorher gefrornen Blute sehen wir Aehnliches. Der farblose Zellenrest wird Stroma genannt.

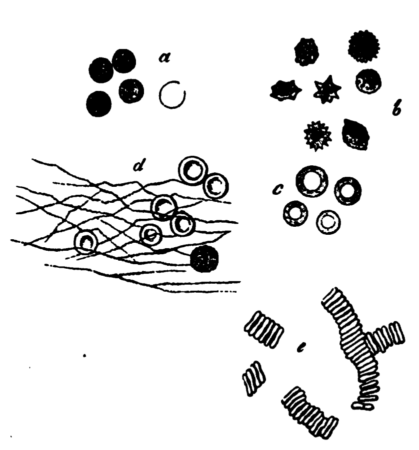


Fig. 29. Rothe Blutkörperchen des Menschen. *a* mit Wasser behandelt; *b* in verdunstendem Plasma; *c* aufgetrocknet; *d* nach der Gerinnung; *e* rollenartig gruppirt.

Eine Reihe von Reagentien, welche man auf unsere Gebilde seit langen Jahren eindringen liess, wirken ähnlich, theils quellend, theils schrumpfend. Bei keiner Behandlung kommt aber ein Kern zum Vorschein. Das rothe menschliche Blutkörperchen bildet also eine kernlose Zelle.

Hat das Ding eine Membran, besitzt es eine Hülle? fragen wir weiter. Wir antworten verneinend. Ein interessanter Versuch ist unserer Meinung nach hier entscheidend. Erwärmt man lebendige Blutzellen auf 52°C., so gerathen sie in wunderliche Umänderung. Schnell treten Einkerbungen des Randes auf, und sehr bald erfolgen theilweise Abschnürungen des Zellenkörpers, die entweder unmittelbar abreissen, oder durch eine dünne stielförmige Brücke mit dem Hapttheile in Verbindung bleiben. Die seltsamsten Bilder stellen sich hierbei dem Auge dar. Es liegt auf der Hand,

dass nur ein hüllenloser Zellenleib derartige Abschnürungen darbieten kann.

Die Zellen, diese lebendigen Bausteine unseres Körpers, fallen sonst bei den verschiedenen Wirbelthieren sehr ähnlich aus; nicht so aber beim Blute. Gering sind allerdings die Differenzen bei den meisten Säugethieren; die Form bleibt, nur die Durchmesser schwanken in etwas. Wenige Wiederkäuer, Kamel, Alpaka und Lama, haben ovale Zellen (Fig. 30. 2).

Elliptisch erscheinen dann die Blutkörperchen der Vögel (3), der Amphibien (4—6) und der meisten Fische. In der Mitte beider breiten Flächen begegnen wir aber hier einer Anschwellung. Der Durchmesser ändert nur in interessanter Weise. Bei den Vögeln beträgt er 0,0184 — 0,0150 mm, bei beschuppten Amphibien 0,0182—0,0150, bei Knochenfischen (7) 0,0182—0,0114. Gewaltige Dimensionen erlangen unsere Zellen bei Rochen und Haien, mit 0,0285—0,0226 mm, dann bei Batrachiern. So haben Frösche (6) und Kröten Blutkörperchen von 0,0226, die Tritonen (5) bis 0,0325; noch ansehnlichere der Landsalamander. Der Gruppe der Fischlurche aber kommen die allergrössten zu. Beim Proteus (4) messen sie 0,057 mm. Die Cyclostomen, eine niedrige Gruppe der Fische, führen sonderbar wiederum kreisförmige bikonkave Scheiben von 0,0113 mm Ausmaass (8).

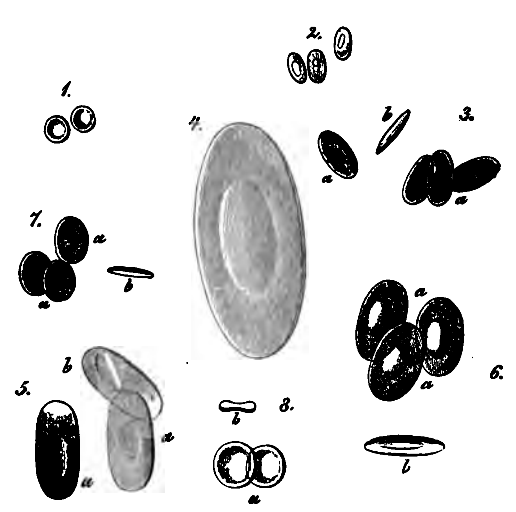


Fig. 30. Farbige Blutzellen; 1. vom Menschen, 2. vom Kamel, 3. der Taube, 4. des Proteus, 5. des Wassersalamanders, 6. des Frosches, 7. von Cobitis, 8. des Ammocoetes. Bei *a* Ansichten von der Fläche; bei *b* die seitlichen (meistens nach *Wagner*).

Alle jene Blutkörperchen verhalten sich Reagentien gegen-

über denjenigen von Mensch und Säugethier gleich. Dagegen erhalten wir nun überall einen Kern. Schon in der absterbenden Zelle wird er sichtbar. Viele Reagentien, z. B. Wasser, hochverdünnte Essigsäure, lassen ihn als körniges Gebilde (Fig. 31. *a*, *b*) aus der jetzt entfärbten Zelle hervortreten.

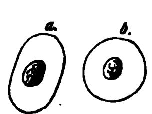


Fig. 31. Blutzellen des Frosches mit granulirtem Kern.

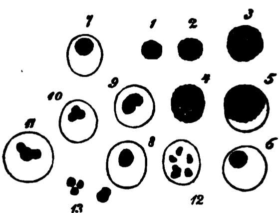


Fig. 32. Zellen der Lymphe; bei 1—4 unverändert; bei 5 erscheint Kern und Schale; dasselbe bei 6, 7 und 8; bei 9 beginnt der Kern sich zu spalten, ebenso bei 10 und 11; bei 12 ist er in 8 Stücke zerfallen; bei 13 freie Kernmasse.

Viel gleichartiger fällt das zweite Formelement des Blutes, die Lymphoidzelle aus. Die Form ist überall die sphärische, die Grösse beträgt beim Menschen (Fig. 9. *d*, Fig. 32. 1—4) seltener 0,005, gewöhnlich 0,0077—0,012 mm. Die meisten unserer Gebilde übertreffen demnach die farbigen Blutkörperchen an Ausmaass. Ebenso ist es bei den Säugethieren. In den übrigen Klassen der Vertebraten bleibt jedoch die Lymphoidzelle kleiner als das farbige Element.

Jene zeigt ein bald gröber- bald feinerkörniges Protoplasma bei granulirtem Umrisse. Einzelne Lymphoidzellen beherbergen daneben noch Fettmoleküle (4). Lassen wir Wasser einwirken, so beginnt alsbald (5) der Kern sich abzuheben. Hinterher erhalten wir Kernformen, wie sie die Zellen 6, 7 und 8 besitzen. Andere Zellen zeigen einen nierenförmigen (9) oder dreistückigen Kern (10, 11). Dieses Artefakt kann schliesslich in eine Anzahl kleiner Trümmer zerfallen (12).

Die Lymphoidzellen adhäriren leicht, sie haben etwas Klebriges. Ihre Eigenschwere ist geringer als diejenige der rothen Blutkörperchen. Während des Lebens treffen wir den schon früher geschilderten amöboiden Formenwechsel, sowie eine da-

durch bedingte Lokomotion, und zwar im verdünnten Plasma am lebhaftesten (Thoma). Indessen die grobkörnigen lassen derartige Bewegungen lebhafter erkennen als die mit zart molekulärem Protoplasma versehenen Lymphoidzellen (Lavdowsky). Auch gefüttert kann die Zelle werden.

Auf 1000 rothe Blutzellen kommen beim Menschen 1, 2 bis 3 farblose. Die Menge steigt nach einer reichlichen Mahlzeit, nach Blutverlust, also unter Umständen, welche auf regere Blutbildung deuten. — Ein interessantes Verhältniss bietet die Milz dar. Das in sie einströmende Blut zeigt die gewöhnliche geringe Zahl der Lymphoidzellen, während in dem Blute der Milzvene 5, 7, 12, 15 und mehr jener vorkommen. Bei niederen Wirbelthiergruppen ist die Zahl der farblosen Zellen viel bedeutender; es beträgt beim Frosch das Verhältniss der Lymphoidzelle zum rothen Blutkörperchen 1 : 4—10.

Das dritte Element, Bizzozero's Blutplättchen, wurde allerdings in zersetztem, verändertem Zustande schon früher gesehen (M. Schultze), indessen bei seiner enormen Zersetzlichkeit, welche es schon nach wenigen Augenblicken zu etwas ganz Anderem macht, nicht vollkommen erkannt. Es sind klebrige, sehr blasse, farblose, rundliche, scheiben- oder linsenförmige Gebilde, die Hälfte oder nur ein Dritttheil der rothen Blutzelle erlangend. Ihre Herkunft bleibt dunkel.

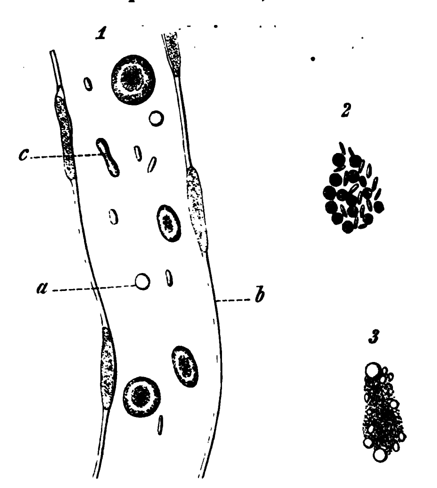


Fig. 33. Blutplättchen. 1. Lebend eine blutarme Gekrösarterie des Meerschweinchens durch strömend. *a* Blutplättchen; *b* rothe Blutzellen. 2. Aus einem Thrombus. 3. Körnchenhaufen aus entleertem menschlichen Blut.

Man sieht sie im lebenden Säugethierblut (Fig. 33. 1. *a*). Sehr rasch nehmen sie im entleerten Blute ein molekuläres Ansehen an (2), um zuletzt, indem

sie mit einander verschmelzen, die früher schon beobachteten Körnchenhaufen (3) des Blutes zu bilden. Sie dürften tief in den Gerinnungsprozess des Blutes eingreifen und bilden den Hauptbestandtheil des sogenannten Thrombus.

Zu Kreislaufsbeobachtungen eignet sich die Schwimmhaut des Frosches, sowie der Schwanz seiner Larve. Das wundervolle Schauspiel (Fig. 34) lehrt, wie die farbigen Blutkörperchen leicht und rasch vorbei und aneinander hintreiben, während die klebrigen Lymphoidzellen viel weniger schnell von der Stelle gelangen, und nicht selten für einige Zeit der Innenfläche des Gefässes anhaften.

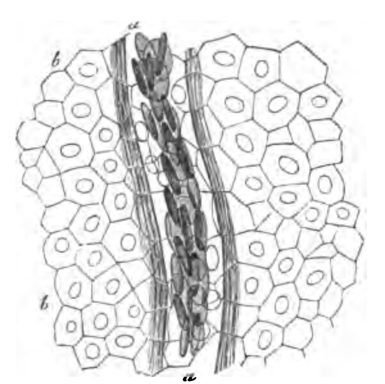


Fig. 34. Der Blutstrom in der Schwimmhaut des Frosches. *a* das Gefäss; *b* die Epithelialzellen des Gewebes.

Wo stammen aber die Lymphoidzellen her? Zunächst einmal aus Lymphe und Chylus, d. h. aus den Lymphknoten, dann aus der Milz und dem Knochenmark. Aus beiden letzteren Theilen nimmt sie der Blutstrom fort und in beiden Theilen besitzen die feinsten Blutströme theils schlecht schliessende, unvollkommene Wandungen, theils durchlaufen sie zuletzt als lakunäre wandungslose Bahnen das angrenzende Gewebe. Diese Dinge stehen heutigen Tages fest.

Was wird aus unseren Zellen in den Adern?

Sie gehen zum Theil allmälig in rothe Blutkörperchen über und decken den Untergang der letzteren. Ob jedoch ein grosser oder nur ein geringer Theil jene Umwandlung erleidet, vermögen wir noch nicht zu sagen; wir müssten dazu die Lebensdauer der rothen Blutkörperchen erst genauer kennen.

Das Wie dieser Umgestaltung können wir einigermassen angeben. Die Kugelgestalt wandelt sich in die spezifische der rothen Blutzelle um, und das Protoplasma wird durch homogene farbige

Masse ersetzt. Bei Säugethier und Mensch endlich kommt es noch zum Verlust der Kerne. Eine Entstehung aus Blutplättchen (Hämoblasten von Hayem) nehmen wir nicht an.

Man kennt seit Jahren vereinzelte derartige Zwischenformen aus dem Blute, namentlich demjenigen der Milz, aus dem Milchbrustgang und dem Knochenmark.

Die hellrothe Farbe des arteriellen und die dunkle des venösen Blutes beruhen auf Verbindung des Sauerstoffs mit dem Hämoglobin oder Reduktion der letzteren. Ausgedehnte Formveränderungen der Blutkörperchen wirken ebenfalls farbeverändernd ein. Gequollen verleihen sie unserer Flüssigkeit ein dunkleres, geschrumpft ein helleres Kolorit.

Ueberlassen wir ein Tröpfchen Blut sich selbst, so gerinnt es. Die fadenförmige Abscheidung des sogenannten Faserstoffs zeigt unsere Fig. 29. *d.* Im Uebrigen sind die Einzelheiten des Prozesses noch vielfach unklar. Von den körperlichen, zelligen und plättchenartigen Elementen unserer Flüssigkeit dürfte er nicht ausgehen (Laker).

Hat man Blut geschlagen, d. h. den sogenannten Faserstoff zur Gerinnung gebracht, so senken sich die Zellen, die rothen rascher, die farblosen, leichteren langsamer. Erstere gruppiren sich hierbei zu Rollen (*e*).

Wir kommen endlich zur Blutbildung des Embryo. Die flache Keimlage, aus welcher der Menschenleib hervorgeht, besteht bekanntlich (wie schon früher erwähnt) aus drei übereinandergebetteten membranösen Zellenschichten, der äusseren oder Ektoderm, dem mittleren Keimblatt, Mesoderm, und dem sogenannten Darmdrüsenblatt (Remak) oder Entoderm. Herz, Gefässe und Blut gehen aus jenem Mittelblatt hervor, aus welchem im Körper überhaupt sehr vieles wird.

Das erste Blut erscheint sehr früh und besteht nur aus farblosen Zellen, gebildet von Protoplasma und einem bläschenförmigen Kern. An die Stelle des feinkörnigen Protoplasma setzt sich allmälig die homogene gelbe Substanz. Wir haben jetzt ge-

kernte farbige Blutkörperchen (Fig. 18. *a*) von 0,0056—0,016 mm vor uns.

In dieser Zeit kommt es dann auch zu einer Vermehrung auf dem Wege der indirekten Theilung (*a*—*f*). Später erlischt jener Vorgang, und die Zellen nehmen mehr und mehr unter Verschwinden der Kerne die spezifische Gestalt an.

Gehen wir jetzt über zu Lymphe und Chylus.

Die Flüssigkeit des lebenden Blutes, das Plasma, tritt beständig durch die dünnen Haargefässwandungen in das angrenzende Gewebe. Sie bringt letzterem die ernährenden Stoffe, dem einen diese, dem zweiten wiederum andere. Jener Flüssigkeit mischen sich aber die Zersetzungsprodukte der Gewebe bei. Letztere sind abermals different.

Die somit in ihrer chemischen Konstitution variablen Gewebeflüssigkeiten sammeln sich zuletzt in Lücken und Spalträumen des Körpers. Aus diesen entwickeln sich allmälig dünnwandige Gefässe, welche zuletzt, zu grösseren Stämmen gesammelt, in die Blutbahn einmünden. Man nennt jene Lymphgefässe und die flüssige Inhaltmasse, deren Natur wir eben schilderten, die Lymphe.

Auch die Dünndarmwandungen haben ihren Lymphbezirk. Zur Zeit der dem Ende zutreibenden Verdauung tritt vorübergehend eine andere, trübe oder weisse, Eiweissstoffe und Fette in reichlicher Menge enthaltende Flüssigkeit in jene ein. Das ist der Milchsaft oder Chylus. Die Kanäle tragen den Namen des Chylusgefässsystems.

Die Lymphe erscheint farblos, wasserhell. Aus feinsten Gefässen entnommen, kann sie ohne Zellen bleiben. Aus stärkeren Bahnen, namentlich nach der Passage von Lymphknoten oder verwandten Gebilden entleert, enthält sie jene reichlich. Doch bleibt sie immer unendlich zellenärmer als das Blut. Es sind dieselben Lymphoidzellen, welche wir schon vom Blute her kennen (Fig. 31). Jede weitere Schilderung ist also unnütz.

Die Lymphe bietet nichts weiter dar. Im Chylus dagegen

— und sie bewirken das trübe oder weissliche Ansehen der Flüssigkeit —, treffen wir in Unzahl unendlich feine staubartige Moleküle. Bei starken Vergrösserungen zeigen sie ein eigenthümliches tanzendes Umhertreiben, die sogenannte BROWN'sche Molekularbewegung. Doch diese ist hier nichts Eigenthümliches. Sie kommt allen kleinsten, im Wasser suspendirten Körperchen zu, kleinsten Fetttheilchen, kleinsten Krystallen, Karminkörnchen u. dergl. mehr. Jene staubartigen Partikelchen bestehen aus Fett, umhüllt von dünnster Eiweissschale.

Als zufällige Bestandtheile können in Lymphe und Chylus rothe Blutkörperchen, bisweilen als Uebergangsformen angetroffen werden. Letzteres habe ich im *Ductus thoracicus* des Kaninchens gesehen.

Indessen auch von Blutgefässen ausgepresste rothe Blutzellen vermögen wohl zuletzt lymphatische Bahnen zu erreichen. Dass die aktiv ausgewanderten farblosen Blutzellen in jene Gänge sehr oft eindringen, um also wieder die Rückreise in's Blut anzutreten, unterliegt kaum einen Zweifel.

Dritte Vorlesung.

Die Oberhaut, das Epithel und Endothel.

Unter Epithel versteht man dicht gedrängte, durch minimale Kittmengen (S. 19) zusammengehaltene Zellenschichten. Sie überziehen die Oberfläche des Körpers, äussere wie innere.

Alle drei Blätter der Keimanlage (S. 24) betheiligen sich an der Herstellung des uns beschäftigenden Gewebes. Das Ektoderm liefert den Ueberzug der Lederhaut, die sogenannte Epidermis. Das unterste Keimblatt formt das Epithel der Verdauungswerkzeuge und der von letzteren entstandenen Organe. Nicht minder wichtig ist die Rolle der mittleren Zellenschichtung. In ihr entstehen hinterher mannigfache Hohlräume, die Gänge des Gefässsystems, die sogenannten serösen Säcke, die Gelenkhöhlen bis herab zu zahllosen kleinen und kleinsten Gewebespalten. Alles das trägt wieder eine epitheliale Zellendecke. Man nennt letztere nun Endothel. Der Grundgedanke ist richtig; doch die Grenze ist zur Zeit noch nicht überall scharf zu ziehen.

Das Epithel besteht entweder aus einfacher Zellenlage, oder die Zellen kommen mehr- und vielfach über einander geschichtet vor. Man unterscheidet demgemäss ungeschichtetes und geschichtetes Epithel. Letzteres stammt vom Hornblatt. Ersteres kommt dem sogenannten Darmdrüsen-, sowie dem mittleren Keimblatt zu.

Die Form der Zelle wechselt. Manche Arten des Epithel zeigen nur dünne platte schüppchenförmige Zellen (Fig. 6 u. 21). Man redet jetzt von Platten- oder Pflasterepithel. Bei

anderen Arten ist die Zelle hoch und schmal. Das wird Zylinderepithel genannt (Fig. 5 u. 14). Trägt die Oberfläche der zylindrischen Zellen schwingende Härchen (Fig. 35), so erhalten wir das Wimper- oder Flimmerepithel.

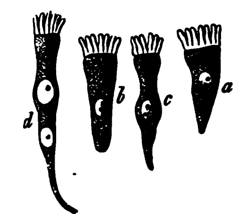


Fig. 35. Verschiedene Formen des Flimmerepithel.

Das einfachste ungeschichtete Pflasterepithel zählt mit den meisten, aber vielleicht nicht allen, seiner Vorkommnisse zum Endothel. Wir treffen es in dieser Weise auf den Oberflächen der serösen Säcke, an der hinteren Wand der Cornea des Auges, über die Seitenflächen der Synovialkapseln der Gelenke. Die nämlichen Endothelien finden wir auf der Innenfläche der Herzhöhlen und der Gefässe.

Die betreffenden Zellen, sehr dünne Plättchen, erscheinen bald breit und kurz (Fig. 21. *a*) auf den Serosen, bald ganz schmal und lang (*b*) auf der Innenfläche der Arterien. Einen mittleren Charakter führt das Endothel der Venen.

Ein stärkeres Blutgefäss ist ein komplizirtes Ding. In dem Maasse, als wir zu feineren und immer feineren Aesten herabsteigen, fällt von diesem verwickelten Bau eine Aussenschicht nach der andern ab, und zuletzt behalten wir nur noch die innerste Endotheliallage. Grössere, sehr dünne Zellen mit gelappten Rändern und — wie es die Lage des Gefässrohrs mit sich bringt — jetzt viel stärker eingekrümmt, stellen so in inniger Verbindung die Wand der Haargefässe her (Fig. 22). Auch die Lymphgefässe verhalten sich ähnlich. Doch ihre feinsten Gänge — und sie kommen in gewaltigsten Mengen durch den Körper vor — zeigen die Aussenflächen jener endothelialen Zellen innig verwachsen mit dem Nachbargewebe. Man könnte also hier von Lakunen sprechen.

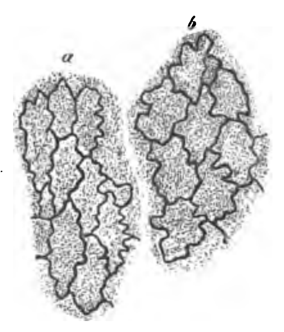


Fig. 36. Endothelzellen nach Behandlung mit Höllenstein.

Eine Lage einfacher Plattenzellen, welche dem Endothel nicht angehören, führen die respirirenden Endtheile der Lungen, die Luftbläschen oder Alveolen derselben.

Anderes übergehen wir vorläufig.

Eine interessante Varietät findet sich auf der Aussenseite der Retina. Man hat diese Gebilde früher polyedrische Pigmentzellen genannt (Fig. 37). Die Fläche an sich zeigt eine zierliche Mosaik in der Regel sechseckiger Gebilde von 0,0135—0,0204 mm. Die Menge der Pigmentkörnchen, eingebettet in der weichen homogenen Masse des Zellenkörpers, wechselt, so dass der Kern bald sichtbar erscheint, bald verdeckt wird. Der Aussentheil der Zelle bleibt frei von jenen Melaninmolekülen, welche kleine Krystalle zu bilden scheinen (Frisch). Die Seitenansicht aber zeigt, dass unsere Zelle, weit entfernt ein plattes Gebilde herzustellen, vielmehr eine gewisse, zuweilen ansehnliche Höhe besitzt, welche dem Quermesser mindestens gleichkommt. So ist es bei niederen Wirbelthieren; hier entsendet ihr Körper nach abwärts eine Menge faden- und stachelartiger Ausläufer. Letztere enthalten anfänglich noch Pigmentmoleküle, und umhüllen scheidenförmig die sogenannten Stäbchen und Zapfen, merkwürdige Endapparate der Retina. Weniger ist dieses bei Säugethieren der Fall. Doch noch über die Grenze der eigentlichen nervösen Retina, über die sogenannte *Ora serrata* der Netzhaut hinaus erstrecken sich jene pigmentirten Zellen, freilich kleiner, an Pigment reicher und in schwacher Schichtung. In derartiger Weise überziehen sie dann die Ziliarfortsätze und die hintere Fläche der Iris.



Fig. 37. Pigmentepithel der Retina des Schafs. *a* gewöhnliche sechseckige Zellen; *b* eine grössere achteckige.

Gewisse Säugethiere (Fleischfresser und Wiederkäuer) besitzen eine helle, glänzende Stelle im Innern des Auges, eine sogenannte Tapete. Hier bleiben unsere Retinal-Epithelien pigmentfrei. Bei Albinos ist dieses mit allen der Fall. Die

betreffenden Zellen erscheinen jetzt unter dem Bilde eines zierlichen Plattenepithel, so z. B. beim weissen Kaninchen.

Zahlreiche Schleimhäute zeigen nun erhebliche, zuweilen sehr starke Schichtung des Plattenepithel. Hierher rechnen die Bindehaut des Auges, der Nasenein- und Afterausgang, die Mund- und Rachenhöhle mit der Speiseröhre, Harnwege und Vagina.

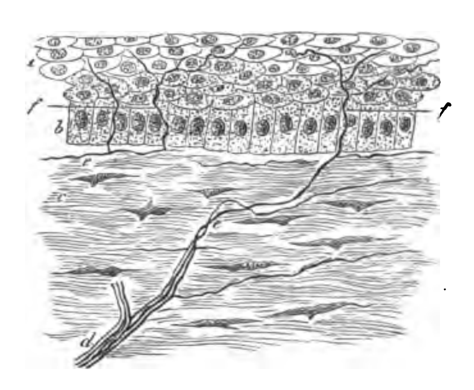


Fig. 38. Die Hornhaut des Kaninchens im senkrechten Durchschnitt nach Behandlung mit Chlorgold. *a* Die älteren, *b* die jüngeren Epithelialzellen der Vorderfläche; *c* Hornhautgewebe; *d* ein Nervenstämmchen; *e* feinste Nervenfasern oder Primitivfibrillen; *f* ihre Ausbreitung und Endigung im Epithel.

In den obersten Lagen der Konjunktiva (Fig. 38. *a*) treffen wir abgeplattete, nicht unansehnliche Zellen. In den Mittelschichten werden jene Elemente kleiner, aber höher, mehr rundlich und in der tiefsten Lage (*b*) zuletzt zylindrisch.

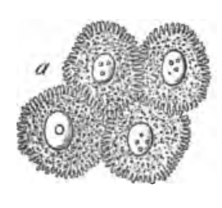
Bei stärkerer Epithelialschichtung ist die Anzahl der oberen und mittleren Zellenlagen weit erheblicher.

Alle Zellen führen einen Kern. Die untersten haben einen weichen Protoplasmakörper; die oberen (Fig. 6) sind fester, härter geworden; sie bestehen aus Hornstoff oder Keratin, einem Abkömmling der Eiweissgruppe. Diese »verhornten« Zellen tränken sich begierig mit schwächeren Lösungen der Alkalien. Sie schwellen hierbei zur Kugelform an.

Ein senkrechter Durchschnitt nach Art unserer Zeichnung lässt ziemlich regelmässige Gestalten jener Zellen vermuthen.

Hat man jedoch durch passende Mazerationsmittel den Zellenkitt gelöst, so ergibt sich ein ganz anderes Bild. Die geschichteten Plattenepithelien erscheinen jetzt vielmehr als höchst polymorphe Zellen. Sie greifen mit spitzen und blattartigen Ausläufern in einander; die konvexe Fläche der einen Zelle berührt eine konkave

der Nachbarin, die Oberfläche ergibt sich rauh, zuweilen gezähnelt (LOTT, LANGERHANS). Man hatte dieses zuerst am Epithel der Harnblase gesehen. Wird die Epithelialschichtung eine stärkere, so greifen die Zellen der unteren und mittleren Schichten mit förmlichen Stacheln und Riffen wie zwei zusammengepresste Bürsten in einander (Fig. 39). Diese »Stachel- oder Riffzellen« (SCHULTZE) führen zu einer innigen Vernietung. Nach aufwärts löst sich zuletzt aber diese Verbindung wiederum; das Abfallen wird somit begünstigt.



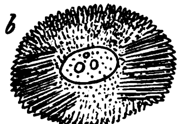


Fig. 39. Stachel- oder Riffzellen *a* aus den unteren Schichten der Epidermis des Menschen, *b* eine Zelle aus einer Papillargeschwulst der menschlichen Zunge.

Die massenhafteste Bildung des Plattenepithel überkleidet aber die Lederhaut, Corium des Menschen. Sie ist unter dem Namen der Epidermis längst bekannt.

Jene Lederhaut springt in kleine Papillen von verschiedener Gestalt vor. Man nennt sie Gefühls- oder Tastwärzchen. Die Epidermis überzieht das Ganze mehr glatt; ihre unteren Zellenlagen müssen also die Thäler zwischen jenen Papillen ausfüllen. Diese jüngeren Zellenschichten, welche zwischen den Wärzchen eine nicht unbedeutende Mächtigkeit besitzen, während sie über die Gipfel der Papillen viel schwächer entwickelt sind, zeigen alle Merkmale eines geschichteten Schleimhautepithel. Man nennt die Gesammtheit derselben das MALPIGHI'sche Schleimnetz, *Rete Malpighii.* Mit plötzlichem Uebergange erscheinen die Lagen der alten verhornten Zellen. Sie tragen den Namen der Epidermis im engeren Sinne des Wortes. Die Gesammtheit des Verhornten fällt sehr wechselnd aus; sie kann sogar 3 mm an Mächtigkeit erreichen. — Die Zahl der Schichten variirt demgemäss ausserordentlich. Letztere ergeben die gleichen Schüppchen, wie an der Oberfläche der Schleimhäute. Die Zelle jedoch, im Kontakt mit der atmosphärischen Luft, ist noch trockner

und härter geworden. Auch der Kern, welchen jene Zellen einmal in jugendlichen Tagen besassen, ist den alten verlebten Epidermisschüppchen abhanden gekommen. Sie messen 0,0285—0,0450 mm (bei Schleimhautepithelien der Mundhöhle 0,0425—0,075 mm).

Wir gedenken hier der menschlichen Hautfärbung. Bedecken wir ein rothes Tuch mit einer Milchglas-Platte, so entsteht für unser Auge die Fleischfarbe, und zwar um so heller, je dicker die Glastafel gewählt wird. So ist es mit dem Kolorit des Europäers. Die entblösste Lederhaut erscheint im Leben ihres hohen Blutreichthums halber roth, die Epidermis halb durchsichtig, weisslich oder weissgelblich. Je dünner die letztere, um so röther die Farbe (Lippe, Wange), je dicker der Zellenüberzug (Fusssohle, auch häufig die Hohlhand), um so bleicher gestaltet sich die Oberfläche des Körpers.

Nehmen wir die Haut der dunklen Menschenstämme, vor Allem die des Negers, so zeigen sich in den tieferen Schichten der Oberhaut die Kerne diffus braun. Auch die Zellenkörper sind etwas dunkler und können noch Pigmentmoleküle führen. Braune Körperstellen der hellen Race (Brustwarze, Warzenhof) verhalten sich ähnlich. Der Farbestoff verdeckt hier das Roth der Cutis.

Alle geschichteten Epithelien — wir wissen es schon aus Früherem — sind vergänglicher Natur. Täglich, durch Reibung, Druck etc., fallen Millionen der oberflächlichen Zellen ab. Die Neubildung geschieht von der untersten Lage aus durch einen Theilungsprozess. Zwischen letzteren Zellenschichten können endlich noch eingewanderte Lymphoidzellen getroffen werden.

Die zweite Form des Epithelialgewebes, die zylindrische, kommt dem Verdauungsapparat von Mageneingang bis gegen den After, ebenso dem Kanalwerk der Leber und des Pankreas, ferner den Gängen der Milch- und Thränendrüse, sowie einzelnen Theilen des Geschlechtsapparates zu.

Wir treffen da (Fig. 5. *b*, 14. *a*) eine in der Regel einfache Reihe schmaler, senkrecht verlängerter Zellen mit einem bald

höher, bald tiefer gelegenen Kerne, welcher Kernkörperchen beherbergt. Eine dünne Lage verkittender Substanz vereinigt unsere Zellen, die von oben gesehen (Fig. 14. *b*) eine feine Mosaik darbieten. Höhe und Breite wechseln. Im menschlichen Dünndarm beträgt erstere 0,0182—0,027, letztere 0,0057—0,009 mm. Die Seitenwandungen zeigen eine Hülle; die freie Basis kann nacktes Protoplasma darbieten, wie im Magen, sie vermag aber auch einen andern Charakter zu zeigen. Dieses ist im Dünndarm der Fall (Fig. 14. *a*). Hier kommt, von festerer, freilich recht veränderlicher Masse hergestellt, ein schon früher erwähntes Deckelstück (0,0017—0,0025 mm hoch) vor, durchsetzt von sehr feinen Gängen, sogenannten Porenkanälchen. Wir werden letzterer bei der Aufsaugung des Speisebreies später zu gedenken haben.

Dass die Zylinderepithelien wenigstens vielfach durch Schleimumwandlung des Innern zu Grunde gehen (»Becherzellen«), haben wir Fig. 5. *a* gezeichnet. Der Ersatz bleibt unklar. Eine tiefere jüngere, dafür bestimmte Zellenlage ist nicht sicher festgestellt.

Modifizirte Zylinderzellen (Fig. 35) bilden das Flimmer- oder Wimperepithel. Es treten uns dieselben Zellenleiber mit den gleichen Variationen des Höhen- und Quermessers entgegen. Nur die freie Oberfläche, welche die Härchen, jene unruhigsten Protoplasmafäden (S. 11), trägt, bewirkt die Eigenthümlichkeit.

Das Flimmerepithel bekleidet, wohl in schwacher Schichtung, den menschlichen Athmungsapparat. An der Basis der Epiglottis beginnend, überzieht es den Kehlkopf mit Ausnahme der unteren Stimmbänder (welche geschichtetes Plattenepithel besitzen), ferner die Trachea und die Bronchien bis in ihre feinsten Verzweigungen, nicht mehr aber die athmenden Lungenbläschen (S. 36). Weiter begegnen wir ihm im Geruchsorgan mit Ausnahme beschränkter Stellen. Eileiter und Fruchthälter des Weibes, dann beim Manne die sogenannten *Vascula efferentia*, die *Coni vasculosi* und der Gang des Nebenhodens, sowie die obere Hälfte des Samenleiters

tragen die nämliche Epithelialformation. Endlich, um beschränkteres Vorkommen zu übergeben, »flimmert« beim Embryo und Neugebornen das Höhlensystem von Rückenmark und Gehirn.

Die Härchen zeigen bei niederen Thieren oft beträchtliche Grösse; bei höheren werden sie kleiner und kleiner. Ausnahmsweise lang, 0,0226—0,034 mm messend, erscheinen sie an den ansehnlichen Epithelzellen des Nebenhodengangs; sehr kurz, 0,0056—0,0038 mm, im Athmungsapparat. Ein hoher Grad von Vergänglichkeit ist ihnen allen als charakteristisches Merkmal aufgedrückt.

Ob Ersatzzellen beim Flimmerepithel vorkommen, ist vielleicht noch nicht sicher festgestellt. Man hat sie allerdings vielfach angenommen. Schleimmetamorphose erkennt man gleich dem Zylinderepithel auch hier häufig.

Zwischen Zylinder- und Wimperzellen können wiederum Lymphoidzellen getroffen werden; ja in das Innere der Zellenleiber vermögen sie ebenfalls einzudringen (vergl. Fig. 16).

Gedenken wir hier mit kurzen Worten der merkwürdigen Flimmerbewegung.

In alten Zeiten entdeckt, hinterher, namentlich in der Neuzeit, vielfach untersucht, hat sie noch kein genügendes Verständniss erfahren. Ihr Vorkommen im Thierreich ist sehr wechselnd. Bald flimmert diese, bald jene Stelle, bald fast alle Oberflächen, bald aber, wie bei den Arthropoden, gar nichts. Wozu dient also jene Arbeit der Härchen?

Falten wir ein passendes abgelöstes Schleimhautstückchen und beobachten wir die Umschlagsstelle, so haben wir das Bild eines wallenden Saumes, einer flackernden Kerzenflamme. Blicken wir von oben auf das Ding herab, so fällt Einem der Vergleich mit dem von Hügel herab betrachteten, durch den Wind bewegten Aehrenfelde ein.

Kleine, in der wässerigen Zusatzflüssigkeit schwebende Körperchen, Farbekörnchen, Blutzellen jagen an dem Faltenrande vorbei, wenn wir mit starken Vergrösserungen beobachten. Be-

nutzen wir ganz schwache Linsen, so geht die Reise ziemlich langsam von statten; der Weg eines Zolles wird erst nach mehreren Minuten durchlaufen.

Ist die Wimperbewegung noch in voller Lebenskraft (und es kommen dann wohl mehrere Schwingungen auf die Sekunde), so versagt das menschliche Auge den Dienst. Erst wenn die Arbeit erlahmt, erkennen wir die Einzelbewegungen, das geordnete gleichzeitige und gleichartige Schwingen der Härchen. Man hat mehrere Arten dieser Schwingungen zu unterscheiden versucht, z. B. eine hakenförmige, eine pendelartige.

Wir übergehen dieses; aber wir müssen hier eines scheinbar befremdenden Verhaltens gedenken. Bei der Wimperbewegung sehen wir die Härchen nach der *einen* Seite schwingen, und die kleinen vorbeitreibenden Körperchen nehmen den *entgegengesetzten Weg*!

Die Sache erklärt sich einfach. Wir erkennen zunächst die langsamere, weniger energische, nach einer Seite strebende Schwingungsrichtung; die andere, schnellere und kräftigere sehen wir noch nicht. Nach welcher Richtung wird aber der Wasserstrom treiben? Offenbar nach der letzteren. ENGELMANN erklärt die trägere Bewegung als Lebensakt des Protoplasma, die raschere als Wirkung der Elastizität. Wir stimmen ihm bei.

Später, wenn es zum Absterben geht, treten die beiderlei mehr und mehr erlahmenden Bewegungen deutlich hervor. Mit dem Strömen ist es endlich auch vorbei; nur ein Hin- und Herwogen findet noch statt.

Die Flimmerbewegung hat nichts mit dem Blutstrom, noch dem Nervenleben zu thun. Sie stirbt bei Warmblütern schnell, bei niederen kaltblütigen Geschöpfen oft sehr langsam ab. Eine Temperatursteigerung bis zu 44 und 45° C. ertödtet sie ebenso zunehmende Kälte. Alles, was chemisch eingreift, übt fast ausnahmslos einen vernichtenden Effekt, zuweilen unter vorübergehender Bewegungssteigerung (z. B. Wasser). Interessant ist aber die Beobachtung, dass verdünnte Lösungen des Kali und

Natron das erlahmende Wimperphänomen zu neuer Energie vorübergehend anspornen.

Die eigentlichen Epithelien, soweit sie also vom Ekto- und Entoderm abstammen, entwickeln sich sehr frühzeitig. Schon beim menschlichen Embryo von 5 Wochen ist nach KÖLLIKER die Körperoberfläche beispielsweise von einer doppelten Zellenlage, einer unteren, aus kleineren rundlichen Gebilden, und einer oberen, aus ansehnlicheren platteren, gekernten Körpern bestehenden bedeckt. Erstere repräsentirt die Voranlage des *Rete Malpighii*, letztere die Hornschicht.

Der Epidermis innigst verwandt, und aus ihr im dritten Monate des Fötuslebens hervorgehend, sind die Nägel des Menschen. Diese nach aussen gewölbten, stumpf viereckigen Platten liegen hinterwärts, mit ihrer sogenannten Nagelwurzel, in einem recht tiefen Falze der Haut. Seitlich nimmt der Falz von hinten nach vorne mehr und mehr an Tiefe ab. Der Vorderrand des Nagels bleibt bekanntlich frei. Der vom Nagel bedeckte Theil der Cutis trägt den Namen des Nagelbettes. Letzteres zeigt Längsreihen von Hautwärzchen.

Der Nagel besteht aus zwei scharf geschiedenen Lagen, einer unteren und einer oberen. Jene ist das gewöhnliche MALPIGHI'sche Schleimnetz, wie es jede andere Hautstelle zeigt. Die obere Lage, der Hornschicht der Epidermis entsprechend, hat den Verhornungsprozess in weit höherem Grade durchgemacht, als es sonst vorkommt. Bei erster Betrachtung erkennen wir nur eine spröde homogene Masse. Das Lichtbrechungsvermögen aller Bestandtheile ist nämlich das gleiche geworden. Reagentien — und vor allen Dingen Lösungen der Alkalien — sind hier von unschätzbarem Werthe. Wir lösen durch sie die Kittsubstanz und wir geben der Zelle ein erkennbares Ansehen zurück. Sie, ein ursprünglich plattes Ding, misst 0,0375—0,0425 mm, enthält aber abweichend von der gewöhnlichen Epidermiszelle einen

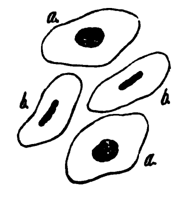


Fig. 40. Zellen der Hornschicht des Nagels. *aa* Ansicht von oben. *bb* Seitenansicht.

linsenförmigen granulirten Kern, wie die Ansichten Fig. 40 *a* und *b* leicht erkennen lassen.

Ueber die Lebensdauer der Nagelzelle vergl. man S. 13.

Die höchste Erscheinungsform des Epidermoidalgewebes stellen aber beim Menschen die Haare, wiederum sekundäre Epidermoidalgebilde, dar.

Eine gewaltige Komplikation des Baues empfängt uns hier mit einem Male. Manches, was die Entstehung betrifft, bleibt dunkel.

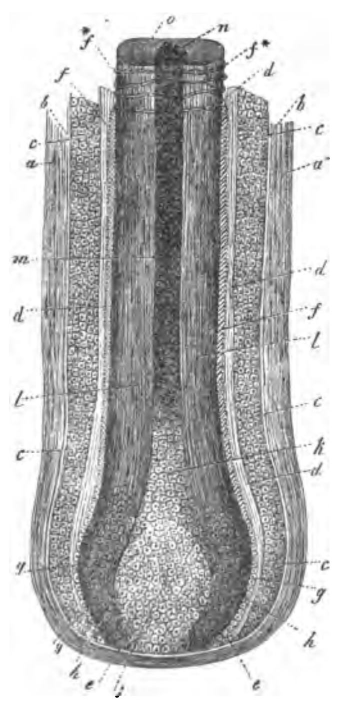


Fig. 41. Haar des Menschen; *a* der Balg; *b* dessen glashelle Innenschicht; *c* die äussere, *d* die innere Wurzelscheide; *e* Uebergang der äusseren Scheide in den Haarknopf; *f* Oberhäutchen des Haars (bei *f** in Form von Querfasern); *g* der untere Theil desselben; *h* Zellen des Haarknopfs; *i* die Haarpapille; *k* Zellen des Marks; *l* Rindenschicht; *m* lufthaltiges Mark; *n* Querschnitt des letzteren, *o* der Rinde.

Das Haar (Fig. 41) liegt (in der Regel einfach, zuweilen in Mehrzahl) in einem schief gerichteten Balge, einer Einstülpung der Lederhaut und oftmals noch des Unterhautzellgewebes. Der Balg zeigt äusserlich (Fig. 41 *a*, 42 *i*) längslaufendes, dann quergerichtetes Bindegewebe (42 *h*) und zuletzt nach innen 41 *b*, 42 *g*) noch eine glashelle Grenzschicht. In der Tiefe springt er als gefässführende Papille vor (Fig. 41 *i*). Sie ist das Bildungs- und Ernährungsorgan des Ganzen. Am Haare selbst unterscheiden wir den der Papille aufsitzenden Haarknopf oder Haarkolben (Fig. 41 *h*) und den Schaft (*l*). Letzterer ist nur zum geringen Theile noch vom Balg umschlossen; der grössere, oft sehr lange übrige Theil (Kopfhaare der Frauen) ragt frei aus der Haut hervor. Wie die Lederhaut sich einstülpte, so steigt auch die Oberhaut in den Balg hinab mit ihrer tieferen

Lage, dem *Rete Malpighii.* Man nennt diese Einsenkungen ganz passend äussere Wurzelscheide (Fig. 41 *c*, 42 *e*). Die Hornschicht dringt nur eine kleine Strecke in den Haarbalg hinab. Hierzu kommt als eigenthümliches Gebilde die innere Wurzelscheide (Fig. 41 *d*). Erstere bedarf keiner weiteren Schilderung, sie bietet nichts Besonderes dar; letztere, von unten, von der Papille herauf gewachsen und für das Haarleben von Wichtigkeit (von Ebner), gewinnt aber einen modifizirten Bau. Sie besteht aus zwei Lagen glasheller Zellen, einer äusseren Schicht vertikal gerichteter kernloser Elemente von 0,0377—0,0451 mm (Fig. 42 *d*), welche Längsspalten zwischen sich erkennen lassen, und einer inneren Schicht radiär gestellter Zellen mit Kernen (*c*).

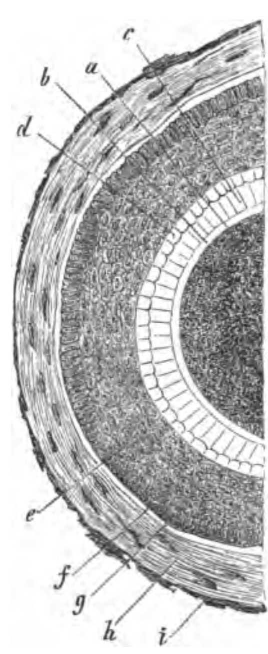


Fig. 42. Querschnitt durch ein Kopfhaar und dessen Balg vom Menschen. *a* Haar; *b* Oberhäutchen desselben; *c* innere und *d* äussere Lage der sogenannten inneren Wurzelscheide; *e* äussere Wurzelscheide; *f* deren peripherische Lage verlängerter Zellen; *g* Glasmembran des Balges; *h* dessen Mittelschicht und *i* Aussenlage.

Die Masse des Haarknopfes (Fig. 41 *h*) zeigt die nämlichen Zellen, wie die äussere Wurzelscheide mit farblosen oder pigmentirten Molekeln. Nach aufwärts ändert sich das Bild; es kommt dann wenigstens sehr häufig zu einer Differenzirung in Rinde (*k*) und Mark (*l*). Bei ersterer sehen wir die Zellen länger, abgeflachter werden, bis zuletzt ganz trockene, unregelmässige, verlängerte Rindenplättchen von 0,0751 mm und vielfach kernlos in festester Verbindung den Aussentheil des vielleicht hinterher faserig umgewandelten Haarschaftes bilden. Ein diffuser Farbestoff, hell bei blonden, tiefer bei dunklen Haaren, durchzieht das Ganze. In Lücken und Rissen können Pigmentkörnchen und feinste Luftbläschen erscheinen.

Die Markmasse kommt keineswegs jedem Haare zu, indem sie allen Wollhärchen und auch manchen Kopfhaaren gänzlich oder partiell abzugehen vermag. Anfänglich (Fig. 41 *k*) erkennt man die Zellen des Haarknopfes zu grösseren polyedrischen Elementen von 0,0151—0,0226 mm umgewandelt. Nach aufwärts erfolgt die Vertrocknung und Verschrumpfung der mittlerweile kernlos gewordenen Elemente. In die zahllosen kleinen Lücken treten minimale Luftbläschen. Ein weisses Haar erhält so sein Ansehen, während bei farbigen Haaren die Luftmasse durch das Kolorit der Rinde wie tingirt hindurch schimmert.

Noch ein Gebilde ist uns übrig geblieben, das sogenannte Oberhäutchen, die Cuticula des Haares (Fig. 41 *f*, 42 *b*). Die Doppellage glasheller, schief stehender Zellen überkleidet unser Haar, so lange es vom Balge umschlossen ist. Mit letzterem endet zwar die äussere Zellenschicht, nicht so aber die innere. Dieselbe überzieht das freie Haar als ein System ganz schief gestellter platter kernloser, dachziegelartig sich deckender Plättchen, wie ein Schuppenpanzer. Nicht selten nach Druck und Misshandlung gewähren die Plättchenränder das Bild förmlicher Querfasern (Fig. 41 *f**).

Haare finden sich als feine, sogenannte Wollhärchen, fast über den ganzen Körper, als stärkere, Stammhaare, an beschränkten Stellen. Ihre schlichte oder krause Beschaffenheit hängt vom Querschnitt ab. Bei ersterem Haare ist er rund, bei letzterem oval oder nierenförmig.

Das Haarwachsthum geschieht durch Zellenvermehrung vom unteren Theile des Haarknopfs aus.

So lange der Balg mit seiner Papille unversehrt geblieben, regenerirt er verloren gegangene, d. h. in ihrem Haarknopf vorher verkümmerte und von der Papille abgelöste Haare. Die Papille rückt hierbei für einige Zeit stark in die Höhe (von Ebner). Hinterher, wenn es zur Neubildung des Haares kommt, steigt sie wieder abwärts zur alten Tiefe hinunter. Von ihr bilden sich innere Wurzelscheide, Haar und Cuticula.

Ob nach dem alsbald zu erwähnenden embryonalen Schema neue Bälge mit Haaren nachträglich entstehen können, steht anhin. Wir bezweifeln es sehr.

Jenes Wiedererzeugungsvermögen bei unversehrter Papille und Balg ergiebt sich als ein ziemlich energisches, denn der physiologische Haarverlust ist nicht unbeträchtlich.

Die erste Entstehung der embryonalen Haare erfolgt vom Ende des dritten und zu Anfang des vierten Monates (Fig. 43). Die Oberhaut bildet mit ihren tieferen Zellen (*b*) eine kolbige Herabwucherung. Eine helle Grenzschicht, von der eingedrückten Lederhaut geliefert (*i*), führt zur Bildung des Haarbalgs. Er wird durch die nachträglich entstehende Papille an seiner Basis exkavirt. Aus dem Zellenhaufen (*mm*) also entsteht das Haar mit der es anfangs überkleidenden, inneren Wurzelscheide und der Cuticula, während seine peripherische Lage, die äussere Wurzelscheide, als *Rete Malpighii* der Seitenwandungen des Balges zu betrachten ist.

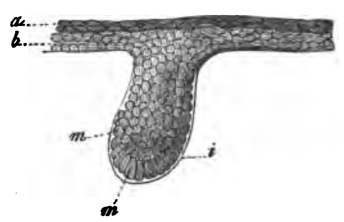


Fig. 43. Haaranlage eines menschlichen Embryo von 16 Wochen. *a b* Oberhautschichten, *m m* Zellen der Haaranlage, *i* glashelle, sie überkleidende Hülle.

Vierte Vorlesung.

Die Bindesubstanzgruppe. Knorpel, Gallertgewebe, retikuläre Bindesubstanz, Fett.

Bindegewebe, Fettgewebe, Knorpel, Knochen, Zahnbein sind altbekannte Körperbestandtheile. Ihr feinerer Bau hatte sich in den Anfangsperioden der neueren Mikroskopie als höchst verschiedenartig herausgestellt. Da war es im Jahre 1845 REICHERT, welcher alle diese Dinge als Glieder einer natürlichen Einheit erkannte. Ihm verdankt die Wissenschaft die Aufstellung einer »Bindesubstanzgruppe«. Auf pathologischem Gebiete hat VIRCHOW hier weiteren Fortschritt erzielt, freilich auch Irrthümer begangen. Es ist viel hinterher über jene Gruppe gearbeitet worden; wir sind weiter gekommen, aber von einem Abschluss noch immer entfernt genug.

Alle jene genannten Gewebe — und es kommen als neuere Erwerbungen noch das Gallertgewebe und die retikuläre Bindesubstanz hinzu — gehen vom mittleren Keimblatt aus (S. 24). Sie sind ursprünglich ähnlich, nehmen hinterher aber, der Reife entgegentreibend, recht verschiedenartige Gestaltungen an. Indessen verbindende Zwischenformen bleiben. Niemand kann beispielsweise eine scharfe Grenze zwischen Gallert- und gewöhnlichem Bindegewebe, oder zwischen letzterem und dem Knorpel ziehen. Wir treffen dann stellenweise einen kontinuirlichen Uebergang der einen Bindesubstanzform in die andere. Wahrhaft verschiedene Gewebe thun dieses niemals. Wir begegnen ferner im Thierreich sehr häufig einer Substitution des einen Gewebes unserer

Gruppe durch ein anderes. Was z. B. bei dem einen Geschöpfe Bindegewebe, ist bei dem andern Gallertgewebe oder gar Knochen. Auch eine zeitliche Substitution kommt vor. Unsere Skeletstücke waren grösstentheils früher einmal Knorpel. Im krankhaften Bildungsleben treffen wir einen derartigen Ersatz des Einen durch das Andere ausserordentlich oft.

Die Bindesubstanzgruppe bildet, überall vorkommend, einen mächtigen Theil unseres Körpers, das allgemeine Fachwerk, in welchem die anderen Gewebe eingebettet sind. Man hat sie mit Recht die Gerüste- und Stützsubstanz des Leibes genannt.

Sehen wir jetzt nach ihren einzelnen Erscheinungsformen.

Das Knorpelgewebe tritt sehr frühzeitig im Aufbau des Körpers hervor, freilich um vielfach nach kurzer Lebensdauer zu verschwinden. Die meisten Knorpel werden demgemäss nicht alt. Schon zur Stunde der Geburt ist ein beträchtlicher Theil der Knorpel einem neuen sekundären Gewebe, dem osteoiden oder Knochengewebe, zum Opfer gefallen. Ein Theil der Knorpel dauert aber aus bis zum Tode des Menschen, und kann also ein hohes Alter erreichen.

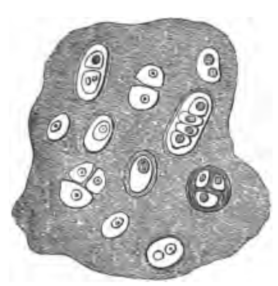
Man unterscheidet der Textur nach mehrere Erscheinungsformen des fertigen Gewebes: a) den hyalinen, b) den elastischen und c) eine ziemlich unsichere Varietät, den bindegewebigen Knorpel, ein Mittelding zwischen Knorpel und Bindegewebe.

Bei dem ersten embryonalen Auftreten zeigt der werdende Knorpel kleine sphärische protoplasmatische Bildungszellen mit bläschenförmigem Kern und ziemlich spärlicher Zwischensubstanz. Letztere ist noch weich und aus eiweissartigen Materien bestehend. — Bald jedoch wachsen die Zellen heran, die Zwischenmasse nimmt zu und wird fester (Fig. 24). Sie ändert sich allmälich auch chemisch um; sie wird zu einer leimgebenden Substanz, sie liefert beim Kochen Chondrin, freilich eine etwas problematische leimgebende Masse.

Behält die Interzellularsubstanz den urprünglichen homo-

genen Charakter, so gibt dieses den Hyalinknorpel. Dünne Schnitte erscheinen glasartig durchsichtig.

Indessen jenes homogene Ansehen ist nur ein scheinbares. Interessante Untersuchungen der letzten Jahre (Tillmanns, Baber, Thin, Reeves, Vogel u. A.) haben mit Hülfe von Reagentien die Grundmasse des Hyalinknorpels in ein System sehr feiner Fibrillen und eine Schleimstoff haltende Zwischensubstanz aufgelöst. Man kann dreierlei Verlaufsweisen jener Fibrillen, eine parallelfaserige, netzartige und lamellöse unterscheiden. Wir werden beim Knochengewebe einer ähnlichen (etwas früher gemachten) Entdeckung begegnen.


Fig. 44. Schema eines ausgebildeten reifen Hyalinknorpels mit sehr verschiedenartigen Zellen.

Wie wir bald sehen werden, existirt im Knochen ein System feinster, von besonderer Wandung begrenzter, Kanälchen (sogenannter Kalkkanälchen), welches zur Ernährung dient. Besitzt nun der Knorpel etwas derartiges? Von mancher Seite wurde es angenommen, von Andern geläugnet. Wir stellen uns für den Säugethierknorpel entschieden auf letztere Seite, nehmen dagegen ein unregelmässiges feinstes wandungsloses Lücken- und Spaltungssystem in der Grundsubstanz an.

Auch die Zellen (Fig. 44) gewinnen nachträglich ein recht verschiedenartiges Ansehen.

Sie erscheinen grösser, rund, oval, keilförmig. Ein Theil zeigt Kapseln, und nicht selten umschliessen letztere sogenannte Tochterzellen (vergl. Fig. 19).

Von Interesse sind lange bekannte Vorkommnisse an den Kapseln mancher Knorpel (Fig. 45). Die dicke Hülle ist hier von einem System feinster Gänge, sogenannter Porenkanälchen, durchzogen. Ohne Zweifel dienen letztere zur Ernährung der eingegeschlossenen Zellen.

Wie sind diese Kapseln und wie ist die fibrilläre Zwischen-

substanz entstanden? Man hat darüber viel verhandelt. Heutigen Tages müssen wir wohl sagen, beide sind Zellenprodukte, sind von der Zelle gelieferte Massen, welche früher einmal Theile des Zellenleibes selbst waren. Im schwertförmigen Fortsatz des Brustbeines des Kaninchens erkennt man ohne Reagentien leicht, wie die Interzellularmasse nur von den verkitteten Kapseln der Knorpelzellen hergestellt ist (Remak). An der Hand von Mazerationsmitteln können wir (allerdings schwieriger) diesen Beweis auch

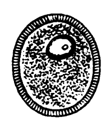



Fig. 45. Zwei Knorpelzellen mit von Porenkanälchen durchzogenen Kapseln.



Fig. 46. Schildknorpel des Schweins. Die Grundsubstanz in Zellenbezirke zerlegt.

für andere Säugethier- und Menschenknorpel führen (Fig. 46). Die scheinbar homogene Zwischenmasse zerlegt sich nämlich auch hier in ein System konzentrischer Kapselschichten, welche nach einwärts die Zelle oder die Zellengruppe umschliessen. Die einzelnen Kapselsysteme sind unter einander verkittet und die äussersten Kapseln benachbarter Zellen ebenfalls. Bei gleichem Lichtbrechungsvermögen entsteht abermals das Trugbild des Homogenen; die Knorpelzelle liegt in einer Lücke. Hat die innerste zuletzt gebildete Kapsel noch einen eigenthümlichen Brechungsexponenten bewahrt, so sehen wir diese (Fig. 44, 46) als etwas von der übrigen Zwischenmasse verschiedenes.

Jene Theilung der Zellen innerhalb ihrer Höhlen oder, was also auf das Gleiche herauskommt, im Innern ihrer Kapseln, durch eine von der Innenfläche der letzteren einwachsende Scheidewand gewinnt in manchen reifen Knorpeln beträchtliche Ausdehnung (Fig. 47 *a*), so dass wir enormen Kapseln von 0,1—0,2 mm mit ganzen Schaaren von Inhaltszellen begegnen können

Nicht selten indessen verkündet jene wuchernde Vermehrung den nahen Untergang des Gewebes.

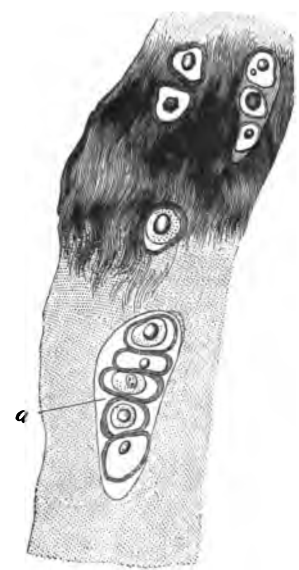


Fig. 47. Aus dem Rippenknorpel eines älteren Mannes.

Fetteinbettungen in den Zellenleib, namentlich in der Nähe des Kerns, bilden dann sehr gewöhnliche Umwandlungen. Sie können schon früh beginnen. Später wird häufig der Kern von einer zusammenhängenden Kugelschale des Fettes umhüllt (Fig. 47).

Eine nachträgliche Umwandlung der scheinbar homogenen Interzellularmasse in ohne Weiteres sichtbare, steife und feine, der Essigsäure widerstehende Fasern beobachtet man öfter, so namentlich konstant im Innern älterer Rippenknorpel (Fig. 47). Ihnen entsprechen wohl feinste Spalträume.

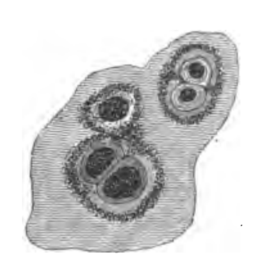


Fig. 48. Beginnende Verkalkung des Hyalinknorpels.

Verkalkung ist endlich ein ganz gewöhnliches Vorkommniss des dem Untergang entgegentreibenden Knorpels. Dunkle Körner oder Krümel der Kalksalze umgeben anfänglich hofartig die Zelle oder Zellengruppe (Fig. 48). Ihre Menge nimmt zu, die ganze Zwischenmasse gewinnt ein dunkles, körniges Ansehen; auch die Kapseln werden von der Einbettung ergriffen, und zuletzt ist alles schwarz und undurchsichtig; nur die Zellen schimmern als helle Lücken hindurch. Die älteren Forscher konnten das Ding nicht bewältigen. Heutigen Tages gelingt dieses durch Entkalkung mittelst der Chrom- oder Milchsäure leicht.

Ein derartig verkalkter Knorpel ist indessen weit entfernt davon, Knochen zu sein oder es nachträglich zu werden. Wir kommen darauf später zurück.

Hyaline Knorpelmasse bildete früher einmal fast unser ganzes Skelet mit Ausnahme der Schädeldeckstücke und der Gesichtsknochen. Das sind die transitorischen Knorpel. Reste derselben stellen die Gelenk-, die Rippenknorpel und Anderes her. Andere Knorpelmassen haben nichts mit dem Skelet zu thun. Hierher zählen die grösseren Knorpel des Kehlkopfs, die Knorpel von Trachea und Bronchien. Hyalin erscheint auch noch der Nasenknorpel.

Der jugendfrische (nicht aber der alternde) Hyalinknorpel bleibt gefässlos. Wieweit er von einem System feinster Ernährungskanäle durchzogen werde, haben wir schon oben (S. 50) berührt.

Ein interstitielles Wachsthum steht fest; die wachsende Grösse der Knorpelzellen, die Ausdehnung der Kapseln und die Zunahme der Zwischenmasse entfernen jeden Zweifel. — Findet daneben noch eine Massenzunahme durch Apposition statt? Von manchen Seiten wird es behauptet. Die Ernährung geschieht entweder von den Blutgefässen eines dem Knorpel fest anhängenden bindegewebigen Ueberzugs, des Perichondrium, oder, wenn der Knorpel den Knochen überzieht, von den benachbarten Gefässen des letzteren aus. Lymphatische Bahnen des Perichondrium kennen wir ebenfalls (Hoggan).

Durch nachträgliche, schon in der Embryonalzeit anhebende, aber in den Einzelheiten noch kontroverse Umwandlung entstehen die sogenannten elastischen oder Netzknorpel. Die Zahl derselben ist nicht gross. Kehldeckel, SANTORINI'sche und WRISBERG'sche Knorpel des Larynx, EUSTACHI'sche Röhre und Ohrknorpel zählen dahin. Theilweise nur zeigen die gleiche Beschaffenheit die *C. arytenoidea* des Kehlkopfs und die Wirbelsymphysen.

Wir treffen beim Netzknorpel gewöhnlich (Fig. 25) zahlreichere Knorpelzellen von einem homogenen Hofe umgeben und die übrige Zwischenmasse von einem dichten Netzwerk feiner elastischer Fasern durchsetzt. Doch kommt nach den verschiedenen Thierarten beträchtliche Mannichfaltigkeit vor (HERTWIG).

Als bindegewebigen Knorpel bezeichnet man Massen,

welche kleine Knorpelzellen, umgeben von Bündeln des in Essigsäure homogen werdenden Bindegewebes, darbieten. Man trifft derartiges beispielsweise in den Knorpellippen der Gelenke und örtlich in den Wirbelsymphysen (andere Stellen zeigen hyalinen Knorpel, noch andere nur gewöhnliches Bindegewebe). Die sogenannten Augenlidknorpel lassen dagegen nur Bindegewebe erkennen.

Wir gehen über zum Gallertgewebe und der retikulären Bindesubstanz.

Der Knorpel bot die Beschaffenheit des Festen dar; das Gallertgewebe zeigt den Charakter des Weichen im höchsten Grade. Seine einfachste Erscheinungsform (wenn man ihn wirklich dahin zählen darf) würde der Glaskörper des Auges, das wasserreichste Gewebe des Körpers sein; er enthält nur 1,5 % fester Bestandtheile, von welchen ein Theil noch auf zarte, das Ganze umhüllende und durchsetzende Häutchen bezogen werden muss. Und doch sind die Anfänge des Knorpels und *Corpus vitreum* einander ähnlich. Wir begegnen abermals rundlichen indifferenten Zellen mit homogener Zwischensubstanz. Im Knorpel (Fig. 24) wird letztere frühzeitig fest; über den Glaskörper kommt eine Verwässerung und Verquellung, so dass bei einem menschlichen Embryo von 4 Monaten (Fig. 49) die 0,0104—0,0182 mm messenden protoplasmatischen Zellen durch ansehnliche Zwischenmassen der Gallerte getrennt sind. Allein nachdem wir die Natur der »Wanderzellen« näher kennen gelernt haben, ist es wahrscheinlich, dass die kernhaltigen protoplasmatischen Elemente unserer Fig. 49 eingewanderte, gequollene und umgeänderte Lymphoidzellen darstellen. Letztere ergibt die Reaktionen des Schleimstoffes oder Mucin, jener Substanz, welche wir schon früher

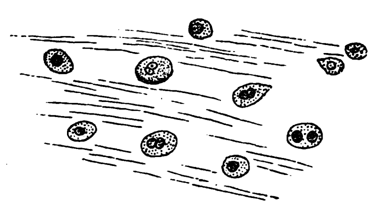


Fig. 49. Glaskörpergewebe eines menschlichen Embryo.

(S. 5) als Umwandlungsprodukt epithelialer Zellen kennen gelernt haben. Man hat darauf hin unserem Gewebe auch den Namen des Schleimgewebes gegeben.

Eine höhere Entwickelung des Gallertgewebes stellt das sogenannte Schmelzorgan des werdenden Zahnes her. Bekanntlich bilden sich die Zähne verborgen in den Kiefern; und zwar entsteht die Krone zuerst, die Wurzel zuletzt. Erstere ist nun in jener Anfangsperiode von einem mützen- oder glockenförmigen Ding überzogen, von dessen konkaver Unterfläche die Bildung des Schmelzes erfolgt. Daher der Name.

Hier (Fig. 23) begegnen wir einem Netzwerk zierlicher gekernter Sternzellen mit wechselnder Ausläuferzahl. Zuweilen sieht man etwas wie Zellentheilung (*b*). Die Maschen sind von homogener schleimhaltender Gallerte erfüllt.

Aehnlich verhält sich in früher Zeit die WHARTON'sche Sulze des Nabelstranges. Später treffen wir noch Bindegewebebündel, welchen die jetzt abgeplatteten Zellen äusserlich aufliegen. Das Lückensystem erfüllt wiederum Gallerte.

Es handelt sich also hier um frühzeitig schwindende Gewebe.

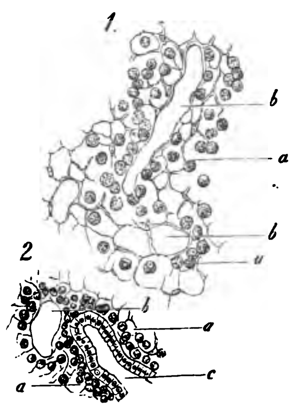


Fig. 50. Aus einem lymphoiden Follikel des wurmförmigen Fortsatzes vom Kaninchen. Fig. 1 retikuläres Gewebe mit den Maschenräumen *b* und dem Rest der Lymphzellen *a* (die meisten derselben sind künstlich entfernt). Fig. 2 mehr oberflächlich.

Unter retikulärer Bindesubstanz (Fig. 50) verstehen wir ein Zellengewebe, in dessen Maschen zahllose Lymphoidzellen liegen. HIS hat das Ding gerade nicht glücklich adenoides Gewebe genannt. Es scheint vielfach eine sekundäre Bildung zu sein, hervorgegangen aus umgewandeltem gewöhnlichem Bindegewebe des fötalen Körpers.

Die retikuläre Bindesubstanz bietet im Uebrigen nach Lebensalter und Oertlichkeit manchen Wechsel dar. Als Element (Fig. 7)

treffen wir eine zierliche, sternförmige Zelle mit Nukleus von 0,0059—0,0075 mm und mässigem Protoplasmakörper. Letzterer sendet zahlreiche, wiederholt sich theilende und dabei mehr und mehr sich verfeinernde Ausläufer ab. Durch das Zusammentreffen derartiger, oft unter rechtem Winkel entsprungener Nebenäste bilden sich sehr häufig kleinere Knotenpunkte, in welchen natürlich ein Kern vermisst wird.

Die zierlichen, meist polyedrischen Maschenräume pflegen gewöhnlich rundlich zu sein, können aber auch eine gestreckte Form gewinnen. Sie sind kleiner beim Neugebornen als beim Erwachsenen. Bei Letzterem pflegen in Tagen der Gesundheit Kern und Zellenkörper geschrumpft zu sein, so dass sie übersehen werden können. Bei Reizungszuständen stellt im schwellenden Gewebe aber rasch der frühere pralle Zustand sich wieder her.

Derartige retikuläre Bindesubstanz treffen wir in den Lymphdrüsen sowie einer Reihe verwandter Körpertheile, welche wir als lymphoide Organe zusammenfassen wollen, wie Tonsillen, Thymusdrüse und PEYER'sche Follikel. Auch die sogenannten MALPIGHI'schen Körperchen der Milz zählen hierher. Schon stärker modifizirt ist das Gewebe in der Milzpulpa.

Die Schleimhaut der Dünndärme zeigt unser Gewebe ebenfalls; indessen die Menge der Lymphoidzellen ist hier weit geringer, und die Zellenausläufer erscheinen nicht selten mehr breit, plattenartig. Im Dickdarm endlich wird ein Mittelding unserer Gewebeformation und des gewöhnlichen Bindegewebes angetroffen.

Wir wenden uns jetzt zum Fettgewebe.

Das eigentliche Bindegewebe, zu dessen Betrachtung wir bald gelangen werden, erscheint theils in festerem, theils losem Gefüge. In letzterem Falle, so unter der Lederhaut, unter Schleimhäuten, unter serösen Membranen u. s. w., grenzt es unregelmässige, kommunizirende Hohlräume ein. Dieselben werden vielfach von Gruppen eigenthümlicher, fettüberladener Zellen eingenommen. Das ist das Fettgewebe (Fig. 51 *a*).

Die Zellen erscheinen gross, 0,076—0,13 mm messend, mit Kernen von 0,0076 — 0,009 mm. Eine dünne Hülle umschliesst in dichter Anlagerung einen einzigen mächtigen Fetttropfen. Letzterer bei seinem starken Lichtbrechungsvermögen verdeckt den Kern und den Umriss der Hülle.

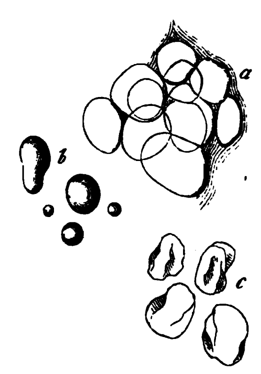


Fig. 51. *a* Fettzellen des Menschen gruppenweise beisammenliegend; *b* freie Fetttropfen; *c* leere Hüllen.

Es entsteht so ein Bild, als ob freie Fetttropfen (dunkelrandig bei durchfallendem Lichte, gelblich silberartig erglänzend bei auffallender Beleuchtung) vorkämen. Doch die stets ansehnlichen Durchmesser, eine leichte polyedrische Abplattung der aneinander gedrängten Elemente verhüten den Irrthum. Freies Fett bildet eben kuglige Tropfen von allen möglichen Grössen (*b*).

Die Hülle kann nach Zersprengung und Ausfluss des Inhaltes als dünnes, zusammengefallenes Beutelchen sichtbar gemacht werden (*c*), ebenso im unversehrten Zustande, nachdem wir durch Alkohol oder Aether den fettigen Inhalt ausgezogen haben. Den Kern — er liegt ganz exzentrisch — erkennen wir nach Karminfärbung sehr leicht.

Das menschliche Körperfett ist ein Gemenge einer ölartigen Substanz, des Triolein, welches gewisse Quantitäten fester Stoffe, des Tripalmitin und Tristearin, in Lösung enthält. Nehmen letztere zu, so kommt es beim Erkalten der Leiche anfangs zu höckerigen Gestalten und zuletzt zu krystallinischen Ablagerungen. Wir sehen jetzt unregelmässige Nadeln bald büschel- und sternförmig von einem Mittelpunkte ausstrahlend, bald in gedrängter Anhäufung die ganze Zelle erfüllend. Beim Erwärmen verschwinden sie wieder.

Das Fettgewebe nimmt am stofflichen Geschehen des Körpers regen Antheil, wie es demgemäss auch eine sehr blutreiche Masse herstellt.

In Folge anhaltenden Hungerns, bei erschöpfenden Krankheiten verschwindet ein Theil der fettigen Inhaltsmasse aus der Zelle (Fig. 52). Anfänglich (*d*) hat der Fetttropfen sich wenig von der Membran entfernt. Eine Kugelschale gallertartiger feinkörniger Masse (Protoplásma?) umhüllt jenen; der Kern wird nun sichtbar. Die fortgehende Fettverarmung zeigen die Zellen *a*—*f* und *h*. Zuletzt (*g*) bleiben nur noch ein paar Fettkügelchen übrig; der ganze Hohlraum ist jetzt von schleimiger Gallerte eingenommen. Man hat solche Exemplare gerade nicht glücklich als »serumhaltige« Fettzellen bezeichnet.

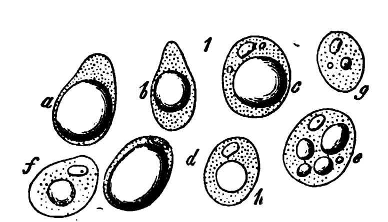


Fig. 52. An Fett verarmte Zellen aus dem Unterhautzellgewebe einer menschlichen Leiche.

Ueberdauert der Körper diesen Zustand der Abmagerung, nimmt er hinterher bei reichlicher Ernährung das alte pralle Ansehen an, so haben sich die Zellen wieder vollständig mit dem fettigen Inhalte erfüllt.

Die Massenhaftigkeit des Fettgewebes schwankt bekanntlich sehr. Sie ist bei Kindern und Frauen stärker als bei Männern, in der Blüthezeit des Lebens beträchtlicher als beim Greise. Die Individualität macht sich hier jedoch vor Allem mächtig geltend. Bei starken Graden der Fettleibigkeit treten Fettzellen vielfach an Stellen auf, wo sie nicht hin gehören; so z. B. zwischen den Muskelfäden. Bei hochgetriebener Abmagerung schwindet der *Panniculus adiposus;* doch gewisse Theile, wie die Augenhöhle und das Mark im Mittelstück der Röhrenknochen, halten auch jetzt noch den fettigen Inhalt in ihren Zellen hartnäckig zurück.

Das Fettgewebe ist entschieden sekundärer Natur. Es fehlt dem früheren Embryonalleben gänzlich. Die Fettzelle geht aus einer Umwandlung der Zellen des Bindegewebes hervor. Die gewöhnlichen platten, gelappten und gezackten Elemente des letzteren (Fig. 53 *a*) nehmen Fetttröpfchen in steigender Menge auf (*b*); letz-

tere fliessen zu grösseren Kugeln zusammen, die Zelle wird rundlicher unter Verlust der Ausläufer (*c*) und zuletzt zu dem uns bekannten Gebilde (*d*). Indessen auch eine andere grobkörnigere

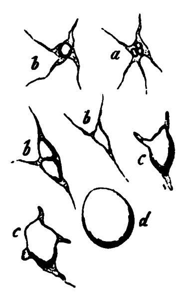


Fig. 53. Umwandlung der Bindegewebskörperchen in Fettzellen aus einem menschlichen Muskel, zugleich als Schema einer embryonalen Entstehungsweise dienend.

Zelle des Bindegewebes, auf welche man erst in neuerer Zeit mehr aufmerksam geworden ist, dürfte sich zur Fettzelle umformen. Die sogenannte Zellenmembran halten wir für eine vom benachbarten Bindegewebe nachträglich aufgebildete Grenzschicht.

Fünfte Vorlesung.

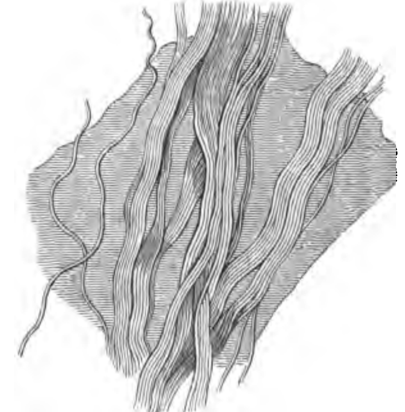
Das Bindegewebe.

Wir besprechen jetzt einen der schwierigsten Abschnitte der Histologie. Trotz zahlreicher Arbeiten ist auf diesem hochwichtigen Gebiete noch immer vieles in Dunkel gehüllt.

Das eigentliche Bindegewebe, das »Zellgewebe« der älteren Anatomen, kommt in weitester Verbreitung durch den Körper vor. Es besteht als Glied der ganzen Gewebegruppe wiederum aus Zellen und Zwischensubstanz. Letztere indessen liefert beim Kochen nicht das Chondrin der Knorpel (S. 49), sondern den gewöhnlichen Leim, das Glutin. Die Interzellularmasse zeigt hier eine weitere Umwandlung, und zwar nach doppelter Richtung; einmal in sogenannte Bindegewebebündel und -fibrillen und dann in die vielgestaltigen elastischen Elemente. Letztere bilden Fasern, Fasernetze, durchlöcherte Membranen, endlich Begrenzungsschichten um Bindegewebsbündel, sowie gegen Lücken, welche Zellen beherbergen.

Am längsten bekannt ist die leimgebende Fibrille, der unmittelbar in das Auge fallende Bestandtheil. Sie erscheint in Gestalt eines sehr feinen (0,0007 mm im Quermesser betragenden), oftmals sehr dehnbaren und zugleich mit Elastizität versehenen, wasserhellen Fadens ohne Verzweigung (Fig. 54 links). Diese sehr leicht zu isolirenden Fibrillen vereinigen sich ganz gewöhnlich zu bald dünneren, bald stärkeren Bündeln (rechts). Ihre Elastizität bringt an abgetrennten Gewebestückchen sehr häufig ein wellen- oder lockenförmiges Bild herbei. Die Verflechtung der Faserstränge

wechselt bedeutend. Bei loser Verwebung sind die in einer Ebene laufenden Bündel durch homogene membranöse Zwischenmasse vereinigt.


Fig. 54. Bindegewebebündel.

Die Essigsäure macht als wichtiges Reagenz unsere Bündel rasch aufquellen, und lässt das faserige Ansehen schwinden. Durch Auswaschen oder Neutralisation jener Zusatzflüssigkeit lässt sich jenes wieder leidlich hervorrufen.

Sehr häufig verdeckte vorher der Ueberschuss der Bindegewebefibrillen die beigemischten elastischen Elemente. Jetzt, im Säurepräparat, treten letztere uns entgegen (Fig. 55). Wir erkennen einmal feinste, vielfach zusammengeschnurrte Fasern ohne Verzweigung (*a*). Sie erinnern an eine Bindegewebefibrille; aber das dunklere Ansehen und das Widerstandsvermögen gegen Essigsäure gestatten keine Verwechslung. Andere elastische Fasern werden stärker.



Fig. 55. Elastische Fasern des Menschen.

Sehr häufig kommt es zu Astbildungen und durch Verbindung der Zweige zu einem elastischen Netz. Ein solches mit weiten Maschen und nur 0,0014—0,0025 mm dicken Fasern erblicken wir bei *b*.

Durchmustern wir weiter, so treffen wir Uebergänge zu immer breiteren und dickeren verzweigten Fasern (c), welche, entgegengesetzt den so dehnbaren feinsten, allmälich eine ansehnliche Sprödigkeit und Brüchigkeit gewinnen. Ihr Quermesser vermag auf 0,0056 und 0,0065 mm aufzusteigen.

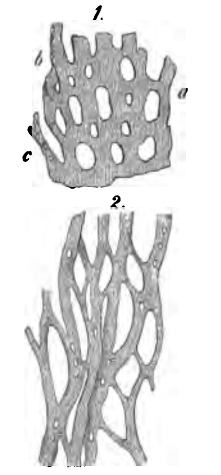
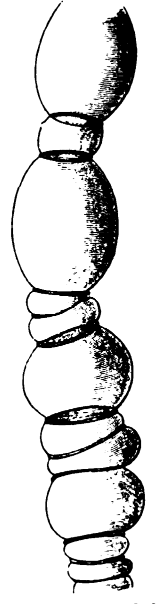


Fig. 56. Elastische Netze aus der Aorta. 1. vom Ochsen; 2. vom Pferde.

An andern Stellen (Wand der grossen Arterien) finden wir zusammenhängende elastische Membranen, in welchen als leistenförmige Verdickungen feine Fasern und Fasernetze eingebettet sind. Wiederum kommen homogene Lagen elastischer Masse vor, welche von Löchern durchbohrt werden (Fig. 56, 1). Zwischen ihnen und einem engmaschigen Netze sehr breiter, platter, elastischer Fasern (2) ist freilich oftmals keine Grenzlinie mehr zu ziehen.


Fig. 57. Ein Bindegewebebündel von der Basis des Gehirns beim Menschen, mit Essigsäure behandelt.

Noch in einer andern Weise treffen wir diese wechselnden elastischen Bestandtheile. Sie bilden nämlich um manche Bindegewebebündel eine strukturlose Scheide. So sicher unzählige jener Bündel hüllenlos sind, und nur einen Fibrillenstrang darstellen, ebenso wenig kann bei andern an einer Umscheidung gezweifelt werden; so an jenen, die von der Arachnoidea der Gehirnbasis zu grösseren Blutgefässen ziehen, an Bündeln der Sehnen, an manchen des Unterhautzellgewebes. Wenden wir hier Reagentien an, welche ein starkes Aufquellen verursachen (Essigsäure), so entsteht ein sonderbares Bild (Fig. 57). Die Scheide zerreisst in Quer-

stücke, und diese schnurren zwischen der hervorquellenden Masse des Bindegewebebündels rasch zu ganz niedrigen Ringen zusammen, welche täuschend einer elastischen Faser gleichen. Eine sehr ähnliche Veränderung erleiden Baumwollenfäden bei Zusatz von Kupferoxyd-Ammoniak. Nur ist alles hier viel massenhafter und leichter zu beobachten.

Das schwierigste Stück in der Erforschung des Bindegewebes bilden dessen zellige Elemente, die Bindegewebekörperchen einer früheren Periode. Nach mannigfachen Irrgängen haben erst die letzten Jahre ein grösseres Licht verbreitet. Da durch die Masse der Faserstränge die Zellen in der Regel ebenfalls verdeckt zu sein pflegen, benutzte man früher allgemein zum Nachweise letzterer die Essigsäure. Sie (aber auch schon Wasser) verunstalten alsbald unsere Zellen zu Zerrbildern. Letztere hat man Dezennien lang fast allgemein gekannt und beschrieben — und aus ihnen Kapital geschlagen!

Man unterscheidet die zelligen Elemente in unwesentliche wandernde und wesentliche fixe (S. 10). Erstere sind alte Bekannte, die Lymphoidzellen, welche, aus der Blut- und Lymphbahn ausgetreten (Fig. 15), die Hohlgänge unseres Gewebes zwar langsam, aber unermüdlich durchwandern.

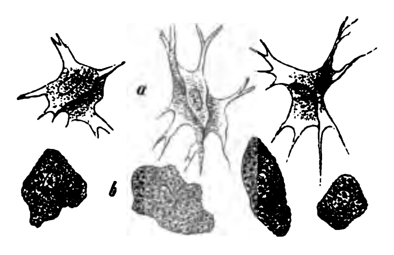


Fig. 58. Zellen des menschlichen Bindegewebes. *a* Platte und schaufelförmige Elemente; *b* grobkörnige Zellen.

Die gewöhnliche fixe Bindegewebezelle erscheint als ein einfaches oder komplizirtes plattenförmiges Gebilde. Ein ovaler Kern ist von etwas Protoplasma umhüllt. An der Peripherie wird das dünne Gebilde äusserst blass, schleierartig, und läuft in Spitzen oder Fibrillen aus. Sehr gewöhnlich sitzen aber noch seitliche Platten unter verschiedenen Winkeln und in wechselnder Menge der Mitte jener Hauptplatte auf (Fig. 58 *a*), so dass eine

gewisse Aehnlichkeit mit einem unregelmässigen, zerknitterten Schaufelrade entsteht (Ranvier, Waldeyer). Derartige Zellen liegen im festen Bindegewebe in den Lücken zwischen den Bündeln, und sind unserer Ansicht nach durch das Dickenwachsthum jener Bündel erst nachträglich durch Einpressung zu den geschilderten Formen gekommen. Pressen wir ein Klümpchen warmen, weichen Wachses zwischen drei an einander gedrückten Fingerspitzen, so können wir uns den Vorgang versinnlichen.

Wesentlich dieselbe Zellenformation, wie wir annehmen, überdeckt in gedrängter Stellung die freien Grenzflächen bindegewebiger Strukturen, wie z. B. der serösen Häute. Allerdings wurden jene Zellen hier auf mechanischem Wege zu dünnen Plättchen und Schüppchen umgeformt. Dieses sind die so unendlich verbreiteten Endothelien, deren wir schon in unserer dritten Vorlesung zu gedenken hatten. Ihre Silberbilder (Fig. 36) entsprechen freilich kaum dem natürlichen Verhalten.

Daneben, oftmals nur selten, stellenweise aber auch sehr häufig, begegnen wir in bindegewebigen Strukturen noch einer andern, dritten Zellenformation. Es sind grössere, grobkörnige Gebilde mit einem Kern und einem entweder rundlichen oder spindelförmigen Körper ohne jenes Platten- und Ausläufersystem der vorigen Form (*b*). Man hat sie in der Nachbarschaft der Gefässe, namentlich arterieller, getroffen und ihnen den Namen der Plasmazellen gegeben (Waldeyer). Eine Modifikation derselben hat dann hinterher Ehrlich mit dem wenig ästhetischen Namen der Mastzellen versehen.

Aus beiderlei Zellenarten, den platten schaufelradförmigen Elementen und den grobkörnigen, dürften Fettzellen hervorgehen (S. 58).

Ein höchst eigenthümliches Ansehen gewinnt die Bindegewebezelle noch dadurch, dass sie Melaninkörnchen in ihren Leib aufnimmt (Fig. 8). Das ist die »sternförmige Pigmentzelle« der früheren Histologen. Die Moleküle, kohl- oder braunschwarz, bleiben kleiner als im pigmentirten Epithel (S. 36).

Beim Menschen beschränkt sich derartiges fast ausschliesslich auf das Auge. Bei niederen Wirbelthieren, wie manchen Amphibien, ist jener Vorgang der Pigmenteinbettung enorm verbreitet, so dass man in jedem Stückchen Bindegewebe den sonderbaren, in allen möglichen Sterngestalten auftretenden Zellen begegnet allerdings häufig mit helleren bräunlichen Farbekörnchen.

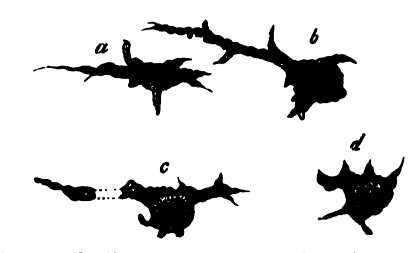


Fig. 59. Allmälicher Formenwechsel eines pigmentirten Bindegewebskörperchens eines Wassermolchs während 45 Minuten.

Die platten Bindegewebszellen und ihre schwarzen Genossen (Fig. 59) zeigen ein zwar langsames, aber unverkennbares lebendiges Zusammenziehungsvermögen. Von den Plasmazellen kennt man letzteres noch nicht.

Das Bindegewebe, dessen gewaltige Verbreitung im Menschenleib wir schon früher erwähnt haben, stellt durch die Anordnung und Verwebung seiner Bündel, durch den sehr ungleichen Gehalt an elastischen Bestandtheilen, durch sehr wechselnden Gefässreichthum, endlich durch Zumischungen unlöslicher Elemente, Massen her, welche dem unbewaffneten Auge als recht verschiedenartige Dinge entgegentreten, und in Wirklichkeit doch ganz nahe verwandt sind.

Der übliche Schematismus der Anatomie unterscheidet primäre Bündel, d. h. einfache Faserstränge. Ein Theil derselben, durch loseres Bindegewebe zusammengehalten, bildet sogenannte sekundäre Bündel. Aus letzteren gehen tertiäre hervor.

Wir haben einmal, wie ein schlecht gewählter Name lautet, »formloses« Bindegewebe (Interstitial-Gewebe nach Flemming). Weich und dehnbar bildet es die allgemeine Ausfüllungsmasse des Organismus. Membranös angeordnete Bindegewebebündel mit homogener Zwischenmasse (Fig. 54) formen dünne Plättchen, welche, in verschiedenen Winkeln aufeinandergestellt, Hohlräume unvollkommen eingrenzen. Dieses sind die sogenannten »Zellen«

der alten Anatomen, welche unserem Gewebe den Namen des Zellgewebes einstmals eintrugen. Diese Plättchen berühren sich oftmals nahezu; die von ihnen eingegrenzten Räume können aber auch durch Ansammlung von Fettzellen vollständig erfüllt werden. Kommt formloses Bindegewebe überhaupt massenhafter vor, so hat es besondere Benennungen erhalten. Man spricht in dieser Weise von subkutanem, submukösem, subserösem Bindegewebe. Elastische Elemente treffen wir hier bald spärlich, bald etwas reichlicher an; doch nie in Ueberfülle.

Wir kommen jetzt zum geformten Bindegewebe mit seinen zahlreichen Erscheinungsweisen. Dasselbe geht ohne scharfe Grenze kontinuirlich aus dem formlosen hervor, so dass jene Trennung der Anatomen eine durchaus künstliche ist.

Wir zählen dahin:

1. Das Hornhautgewebe. Die Cornea trägt an der Vorderfläche geschichtetes Plattenepithel, an der hinteren eine einfache Zellenbekleidung. Unter beiden Epitheldecken kommt eine glashelle Lage vor. Die vordere heisst *Lamina elastica anterior*, die hintere Descemet' oder Demours'sche Membran. Das glasartige eigentliche Cornealgewebe besteht aus einem Mattenwerk sich kreuzender Bündel. Sie zerfallen in Fibrillen von äusserster Zartheit. Ein System von Hohlgängen, welche eine Art von Wandungsschicht besitzen, durchzieht das Ganze. In jenen liegen als »Hornhautkörperchen« die abgeplatteten, einem Schaufelrade vergleichbaren Zellen. Wandernde Lymphoidzellen fehlen ebenfalls nicht.

2. Das Sehnengewebe. Längslaufende Bündel eines fibrillären Bindegewebes mit einer elastischen Grenzschicht treten uns in gedrängter Anlagerung entgegen. Zwischen ihnen erkennt man auf Querschnitten ein System zackiger und sternförmiger Lücken. In ihnen liegen, die Bindegewebebündel umwölbend, gewöhnliche komplizirte platten- und schaufelförmige Bindegewebezellen, sowie vereinzelte Lymphoidkörperchen. Nur spärliche, feine elastische Fasern kommen in dem sehr blutarmen Gewebe vor.

3. Die Bänder sind (mit Ausnahme der elastischen) den Sehnen ähnlich gebaut.

4. Die bindegewebigen Knorpel (s. oben S. 53).

5. Die sogenannten fibrösen Häute. Fest verwebte, blutarme Strukturen mit wechselnder Zumischung elastischer Elemente. Die *Dura mater* von Gehirn und Rückenmark, die Sklera des Auges, die festen Hüllen mancher Organe, z. B. der Nieren, Hoden, der Milz, zählen dahin; ferner die Faszien der Muskeln, die Hülle der Nervenstämme (das Perineurium oder Neurilemma), der Ueberzug der Knochen und Knorpel (das Perichondrium und Periosteum). Letzteres wird von reichlicheren Blutgefässen durchzogen, die aber vorwiegend der Ernährung des umschlossenen Knochens dienen.

6. Die serösen Häute (welche man früher irrthümlich für durchaus geschlossene Säcke nahm) bestehen aus einem gefässarmen Netzwerk von Bindegewebsbündeln, zuweilen mit ansehnlichem Kontingent elastischer Fasernetze. Ueberkleidet ist die freie Fläche von Endothel. Pleura, Perikardium, Peritoneum und *Tunica vaginalis propria* des Hodens zählen hierher. Als unvollkommenere Strukturen erwähnen wir die Arachnoidea von Gehirn und Rückenmark, die Synovialkapseln (nur seitlich eine Serosa besitzend, und hier von einfacher Epithelzellen-Lage überzogen), sowie die Schleimbeutel und Sehnenscheiden. Die serösen Hohlräume, gleich jenem Gangwerk zwischen den Bindegewebebündeln, müssen dem Lymphapparat zugerechnet werden. Wir werden dieses später erfahren.

7. Die Lederhaut. Fester verflechten sich durchkreuzende Bindegewebebündel mit reichlichen elastischen Fasern. An der Oberfläche springt mit innigster Verwebung das sehr blutreiche Gewebe in kleine Papillen von wechselnder Form, in Gestalt der Tastwärzchen, vor, nach abwärts setzt es sich in das Unterhautzellgewebe ohne scharfe Grenze fort. Weitere fremde Bestandtheile bilden Haare, unwillkürliche Muskeln, Drüsen, Nerven. Als Ueberzug kennen wir bereits die Epidermis, das mächtigste Plattenepithel des Körpers (S. 38).

8. Die Schleimhäute. Wiederum sehr blutreich, aber loser zusammengefügt, ärmer an elastischen Elementen. Sie enthalten stellenweise einen enormen Drüsenreichthum. Glatte Muskeln bilden verbreitete Bestandtheile. Die Oberfläche springt häufig in Papillen vor. — Indessen das gewöhnliche Schleimhautbindegewebe kann auch durch retikuläre Bindesubstanz (S. 56) ersetzt werden. Dass der Epithelüberzug sehr verschieden ausfällt, wissen wir bereits (S. 37, 39, und 40).

9. Die Gefässhäute der nervösen Zentralorgane und des Auges, d. h. *Pia mater*, *Plexus chorioidei* und *Chorioidea*. Ein dünnes, weiches Bindegewebe (in der Chorioidea ein Netz pigmentirter Zellen) zeigt hier überall einen gewaltigen Reichthum an Blutgefässen.

10. Bindegewebe spielt im Aufbau der Gefässwand ferner eine wichtige Rolle. Allerdings nimmt hier sehr oft das elastische Element so überhand, dass die Bündegewebebündel und -Zellen ganz zurücktreten. Man spricht dann von »elastischem« Gewebe.

11. Dieses Ueberwiegen elastischer Bestandtheile bieten uns noch die verschiedenen Bänder und Membranen der Athmungsorgane dar; ebenso das Lungengewebe. Aehnliches zeigen auch die Aussenlage der Speiseröhre, die gelben Bänder der Wirbelsäule und das Nackenband der Säuger. Manche der letzteren Strukturen haben alle Bindegewebebündel verloren.

Das Bindegewebe erfreut sich nur einer geringen vitalen Dignität; — es kommt seiner physikalischen Eigenschaften wegen beim Aufbau des Organismus in Betracht. Nur die blutreichen bindegewebigen Strukturen greifen in das normale stoffliche Geschehen lebhafter ein.

Unter krankhaften Verhältnissen kommt jedoch über unser Gewebe ein neues frischeres Leben. Aus den Zellen dürften einmal andere Gewebeelemente werden. Wie gross jene Betheiligung ist, bedarf allerdings noch genauerer Studien; denn auch die wandernden Lymphoidzellen spielen hier mit, und zwar — unserer Meinung nach — in bedeutungsvollster Weise.

Wir gedenken noch der Entstehung des Bindegewebes. Die Ausgänge sind wiederum ähnlich denjenigen des Knorpels. Frühzeitig bemerkt man hüllenlose protoplasmatische Stern- und Spindelzellen, zusammengehalten durch spärliche Mengen einer anfangs homogenen Zwischenmasse. Bald tritt eine Umwandlung letzterer und der Zellen ein, indem die Ausläufer der letzteren in Gruppen feinster Bindegewebefibrillen zerfallen (Fig. 26 *b*). Diese Faserbündel rücken allmälich mehr gegen den Zellenkern. Das ursprüngliche Zellenprotoplasma verwandelt sich also in jene Fibrillenbündel; neues tritt den Kern umhüllend an die Stelle des alten, um denselben Verwandlungsprozess nachträglich durchzumachen (Fig. 60 *A*), bis zuletzt die Zellen ihren Kindern, d. h. den von ihnen gebildeten Bündeln, äusserlich aufliegen in der Gestalt zackenrandiger Platten oder unregelmässiger Schaufelradbildungen (s. oben).

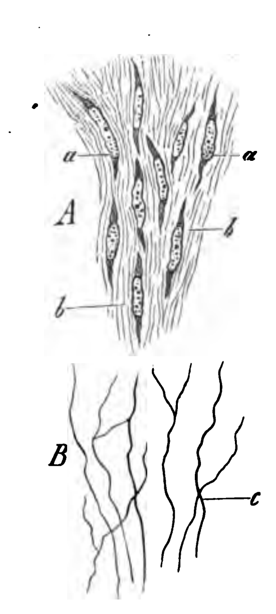


Fig. 60. Aus dem Nackenbande des Schweinsembryo. *A* Seitenansicht; *a* Spindelzellen in faseriger Grundmasse *b*. *B* Die elastischen Fasern *c*, durch Kochen mit Kalilauge dargestellt (Weingeistpräparat).

In jener Zwischenmasse, deren Genese wir jetzt kennen, kommt es auch noch nachträglich zur Bildung der elastischen Fasern und Fasernetze (*B*). Wie weit die zelligen Elemente hierbei sich betheiligen, bedarf noch genauerer Erforschung.

Sechste Vorlesung.

Das Knochengewebe.

Wir wenden uns jetzt zur komplizirtesten Erscheinungsform der Bindesubstanz; wir erörtern das osteoide oder Knochengewebe.

Es zeichnet sich durch bedeutende Härte und Festigkeit bekanntlich aus. Beim Menschen (mit Ausnahme eines Ueberzuges der Zahnwurzel) beschränkt sich dieses Glied unserer Gewebegruppe ausschliesslich auf die Knochen.

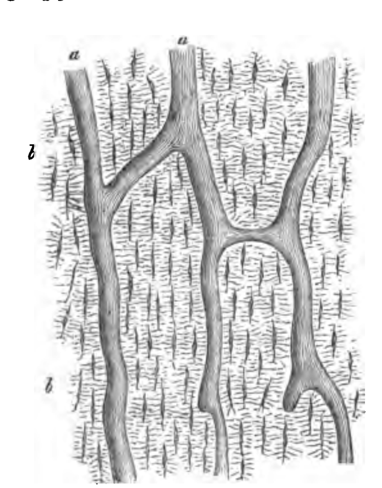


Fig. 61. Vertikalschnitt durch das menschliche Femur. *a* Markkanälchen; *b* Knochenkörperchen.

Letztere trennt der Anatom in alt herkömmlicher Weise in lange oder Röhrenknochen, in breite oder platte und endlich in kurze oder unregelmässige.

Beginnen wir mit dem Mittelstück oder der Diaphyse der ersteren und zwar mit einem radialen Längsschnitt, herausgesägt aus dem trocknen Femur (Fig. 61).

Ein ganz eigenthümliches Bild tritt uns entgegen. Durchzogen wird das dünne Plättchen von einem System netzartig verbundener Längsgänge, im Mittel

0,1128—0,149 mm breit (*a*). Sie münden mit den Querästen sowohl an der Oberfläche des Knochens unter dem Periost wie nach einwärts in die Markhöhle, und erhalten von beiden Seiten her die ernährenden Blutgefässe. Sie tragen den Namen der Mark- oder der Havers'schen Kanälchen.

Das Periost, eine bindegewebige Membran, wurde schon S. 67 erwähnt. Es ist ziemlich reich an Blutgefässen. Ebenfalls kommen lymphatische Bahnen hier vor und zwar mehr äusserlich (Hoggan und Frau). In den Knochen selbst dürften jene Lymphgefässe nicht eindringen. Die Rolle der Beinhaut im Leben des Knochens ist eine sehr wichtige, wie wir bald sehen werden.

Kehren wir zum Knochen zurück (Fig. 62), so ergeben natürlich Querschnitte ein ganz anderes Bild. Rundliche und schiefe Löcher (*c*) sind die quer oder schief getroffenen Längsgänge. Verbindende horizontale Kanäle sehen wir jetzt der Länge nach oder schief getroffen ebenfalls.

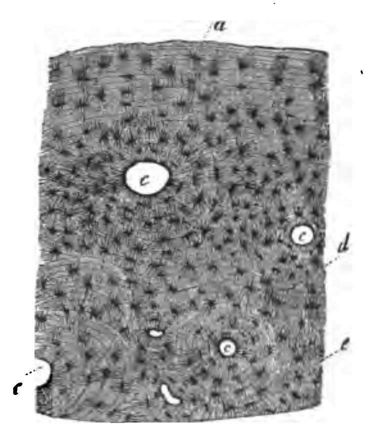


Fig. 62. Querschnitt eines menschlichen Metacarpus. *a* Aussenfläche; *c* Markkanälchen mit den Speziallamellen; *d* innere Generallamellen; *e* Knochenkörperchen.

Die Knochenmasse zeigt, wie der Querschnitt lehrt, einen lamellösen Bau.

Das Schichtensystem ist aber ein doppeltes. Einmal treffen wir Blätter, welche durch die ganze Dicke des Knochens hindurchgehen, somit äusserlich an die Beinhaut anrühren und nach einwärts die grosse Markhöhle eingrenzen. Man nennt sie General- oder Grundlamellen (*a*, *d*). Ein anderes, ungemein reichliches Lamellensystem umgibt in wechselnder Schichtenzahl die einzelnen Markkanälchen. Das sind die Spezial- oder Havers'schen Lamellen (um *c*). Die Dicke beiderlei Lamellen wechselt von 0,0065—0,0156 mm und die Anordnung ist oftmals weit davon entfernt, auf Regelmässigkeit Anspruch zu machen. — Am Längs-

schnitt erkennt man ebenfalls als Liniensysteme jene Schichtung, doch weniger klar.

Wir mögen ein trockenes Knochenplättchen nehmen, woher wir wollen, immer fällt uns, bei durchfallendem Lichte schwarz, bei auffallendem weiss, ein höchst eigenthümliches ferneres Strukturverhältniss auf, ein wunderbar verwickeltes feinstes Kanalwerk mit zackigen und strahligen Knotenpunkten. Erstere Gänge nennt man schlecht genug Kalkkanälchen: die Erweiterungen tragen den Namen der Knochenkörperchen oder Knochenhöhlen (Fig. 61, 62).

Die Form der Knochenhöhlen (Fig. 63 *a*) können wir uns augenblicklich versinnlichen, indem wir sie mit dem Kern einer Zwetsche vergleichen.

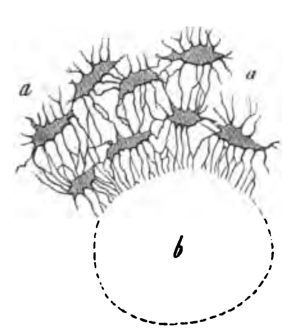


Fig. 63. Knochenhöhlen (*a*, *a*) mit ihren zahlreichen Ausläufern, einmündend in den quer durchschnittenen Havers'schen Kanal (*b*).

Blicken wir von oben auf die Längskante jener, betrachten wir die breite Seitenfläche, denken wir uns endlich das Ansehen des vertikalen Querschnittes, so gewinnen wir die drei Hauptansichten der Knochenhöhlen. Wir werden dann alle Schiefschnitte leicht begreifen.

Die Länge beträgt 0,1805—0,0541, die Breite 0,0068—0,0135, die Dicke 0,0045 — 0,009 mm. Die Ausläufer jenes Höhlensystems, sehr enge Gänge von 0,0014—0,0018 mm Quermesser, durchsetzen in zahlloser Menge und unter Verästelungen unregelmässig radiär das ganze Gewebe. Sie münden 1) in die Havers'schen Kanäle (*b*), 2) an der Oberfläche des Knochens und 3) in die grosse Markhöhle des Innern. Querschnitte und Längsschnitte (tangentiale müssen hinzugenommen werden) lehren dieses auf das Deutlichste.

Am getrockneten Knochen hat sich das wunderbar komplizirte Gangwerk mit Luft im Zustande feinster Vertheilung erfüllt. Eine ältere Epoche nahm irrthümlich den Inhalt für anorganisches

Erhärtungsmaterial, für feinste Moleküle der sogenannten Knochenerde. Daher der Name der »Kalkkanälchen«. Bringen wir das kleine dünne Plättchen in Terpentinöl, so erfüllen sich die Tausende und abermals Tausende der feinsten Gänge rasch durch Kapillarität mit der Flüssigkeit. Das Knochenkörperchen tritt jetzt als Bild einer Lücke uns entgegen; die feinen Kanälchen verschwinden in der Grundmasse mehr weniger.

Was enthält nun aber im Leben dieses merkwürdige Kanalwerk?

Wir antworten darauf: in der Knochenhöhle eine protoplasmatische hüllenlose Zelle (Fig. 64 *b*). Ob diese Knochenzelle, das Aequivalent des Bindegewebekörperchens, haarfeine Ausläufer in die sogenannten Kalkkanälchen entsendet (was wahrscheinlich), wissen wir noch nicht. Letzteres Gangsystem ist sicher mit transsudirtem Blutplasma erfüllt. Jene Flüssigkeit dürfte im Uebrigen ziemlich stagnirend sein; denn der Reibungswiderstand legt gegen eine Zirkulation hier ein schwer wiegendes Veto ein.

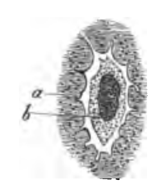


Fig. 64. Aus dem frischen Siebbein der Maus. *a* Grundmasse; *b* die Knochenzelle.

Sind aber Knochenhöhlen und Kalkkanälchen nur Lückensysteme, eingegraben in die harte feste Grundmasse, oder haben sie eine besondere Wandung? Nach energischen Mazerationsmitteln zeigt der vorher entkalkte Knochen eine dünne, homogene, sehr resistente Grenzschicht um Höhlen und Kanälchen. Sie scheint eine verkalkte elastische Substanz zu sein. Man hatte sie früher irrthümlich für eine Zellenmembran genommen. Auch die Wandung des Havers'schen Gangwerks bietet Verwandtes, nur in beträchtlich dickerer Wandungsschicht dar.

Wir müssen indessen noch ein Wort jener Grundsubstanz widmen.

Man hielt sie manches Dezennium hindurch für homogen, und musste es, obgleich ein zartkörniges Gefüge mancher Knochenlamellen nicht recht stimmen wollte. Erst in den letzten Jahren

gelang es einem trefflichen Beobachter, von Ebner, an der Hand einer besonderen Methode, eine fibrilläre Natur jener zu entdecken (Fig. 65) und so die Kluft zwischen Bindegewebe, Knorpel (S. 48) und Knochengewebe erheblich zu verkleinern. Die jene Fibrillen verklebende Zwischenmasse ist nach unserem Forscher Trägerin der Kalksalze, während die Fibrillen weich bleiben.

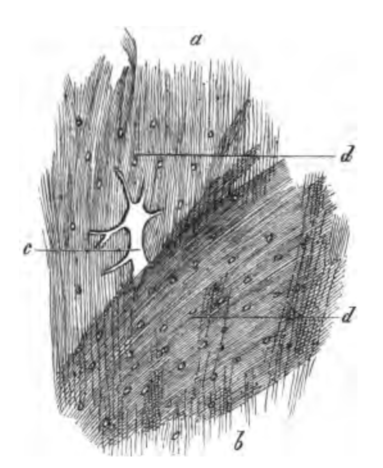


Fig. 65. Aus dem Femur eines erwachsenen Menschen. Zwei Knochenlamellen *a* und *b* mit den Fibrillen der Grundsubstanz; *c* Knochenhöhlen; *d* Querschnitte der Kalkkanälchen beider Lamellen.

Es ist nicht schwer, sich von der Richtigkeit jener Thatsachen zu überzeugen.

Nachdem wir an der Diaphyse das Wesentliche der Struktur kennen gelernt haben, wenden wir uns zu einer sehr kurzen Erörterung der andern Skeletstücke. Hier verschwindet jene schöne Regelmässigkeit bald weniger, bald mehr. Schon in den Epiphysen der Röhrenknochen sind bei der Dünne der osteoiden Plättchen die Lamellensysteme in weit geringerer Ausbildung um die Havers'schen Kanälchen vorhanden, und innere Grundlamellen werden vermisst. Bei schwammiger Knochensubstanz erkennen wir das blättrige Gefüge in dicken Balken und Platten noch deutlich, während es mit der Massenabnahme jener mehr und mehr schwindet. In der Rindenschicht platter Knochen laufen die Markkanälchen der Oberfläche parallel, gewöhnlich mehr strahlenförmig von einem Punkte ausgehend. In den kurzen Knochen pflegt eine Richtung des Verlaufes vorzuwiegen. Trichterförmige Ausmündungen des Havers'schen Gangwerks können zusammenstossend kleine Markräume, die Vorbilder der grösseren, herstellen u. a. m.

Die Knochen sind wasserarm (kompakte mit 3—7, spongiöse mit 12—30 %). Die organische, formbestimmende Grundlage,

Fibrillen und Kittmasse, 30—35 % beim trocknen Knochen betragend, verwandelt sich beim Knochen in Glutin, d. h. in den gewöhnlichen Leim des Bindegewebes. Diffus erhärtet ist letztere durch die Einbettung der sogenannten Knochenerde. Darunter versteht man ein 51—60 % betragendes Gemenge von Kalksalzen mit geringer Zumischung eines Magnesiasalzes. Die Knochenerde ergibt etwa 86 % phosphorsauren, 9 kohlensauren Kalk, 3,5 Fluorkalzium und 2 phosphorsaure Talkerde.

Haben wir den Knochen vorsichtig entkalkt, so ist seine Textur die alte geblieben. Die nunmehr halbdurchsichtige Masse lässt sich bequem zerschneiden. Man nennt sie, allerdings schlecht genug, den Knochenknorpel.

Die Knochen kommen beim mechanischen Aufbau des Körpers durch ihre Festigkeit in Betracht. Sie dienen zum Schutze weicherer Organe, und bilden durch Muskeln bewegte Hebelsysteme. Je geringer der Inhalt an Knochenerde, um so grösser fallen Biegsamkeit und Kohäsion aus. Eine überwiegende Menge jener Mineralstoffe macht dagegen den Knochen spröde und brüchig. Sein Stoffwechsel ist ein bedeutender. Das doppelte Kanalsystem der Blutgefässe und Kalkkanälchen steht damit im Einklang.

Die grösseren Höhlungen der Knochen werden erfüllt vom sogenannten Knochenmark. Dasselbe kommt im Normalzustande in doppelter Gestalt, aber mit Uebergängen vor. Im Mittelstück langer Knochen erscheint es als gelbes Mark, d. h. als eine im losen Bindegewebe enthaltene Fettzellenmasse mit einem reichlichen, nicht überall schliessenden Gefässsystem.

In den Epiphysen dagegen, sowie in platten und kurzen Knochen treffen wir eine röthliche oder gelb-rothe Substanz, worin neben spärlicherem Bindegewebe und vereinzelteren Fettzellen (oder richtiger gesagt mit Fett stark erfüllten sternförmigen Bindegewebezellen) sehr zahlreiche lymphoide Zellen von 0,009—0,0113 mm enthalten sind. Letztere Elemente, auf welche wir alsbald zurückkommen müssen, bieten Uebergänge zu rothen Blut-

körperchen dar. NEUMANN und BIZZOZERO entdeckten schon vor Jahren, unabhängig von einander, dieses hochwichtige, von mancher Seite nachträglich bestätigte Verhältniss. Endlich begegnen wir noch im Mark den uns schon von früher her (Fig. 13, 20 *m n*) bekannten Riesenzellen.

Die venösen Gefässe des rothen Knochenmarks werden von einer Seite als nur mit einer sogenannten Adventitia versehen angegeben, während RINDFLEISCH gegenüber anderen Forschern die venösen und an diese angrenzenden, sehr entwickelten kapillaren Blutbahnen als völlig wandungslos schildert. *)

Wir kommen also jetzt auf jene merkwürdigen, die Bildung rother Blutkörperchen herbeiführenden Zellen (Hämatoblasten) zurück. Sie erscheinen mit einer mässigen Anzahl im rothen Mark und gleichen den rothen Blutkörperchen einer sehr frühen Fötalperiode. Ein ansehnlicher Kern ist von röthlichgelbem Protoplasma umhüllt. Jene vermehren sich gleich letzteren Embryonalzellen durch Theilung zu einer auffallend kleinen derartigen Nachkommenschaft. Dann — und sie werden theilweise ihre weiteren Abkömmlinge sein — gewinnen wir im rothen Markgewebe noch kernlose gefärbte Blutzellen mit allen möglichen verzerrten und verkrümmten Gestalten, wie sie auch das embryonale Blut darbietet.

An der Blutzellen erzeugenden Rolle des rothen Knochenmarks kann Niemand heutigen Tages mehr zweifeln. Ueberschätzt mag sie von manchen Seiten allerdings sein, wie jene Blutzellenbildung zweifelsohne bald sinken, bald steigen dürfte.

Wir wenden uns jetzt zur Lehre von der **Entstehung des Knochengewebes, zur Osteogenese**. Sie bildet einen höchst schwierigen, sehr verwickelten Abschnitt der Histologie.

Mit Ausnahme einer Anzahl Schädel- und der Gesichtsknochen

---

*) In interessanter Weise (s. unten) bietet ein anderes, mit Sicherheit Blutzellen bildendes Organ, die Milz in ihrer Pulpa verwandte lakunäre feinste Blutbahnen dar, wie W. MÜLLER und ich in den 60er Jahren unabhängig von einander entdeckten.

sind — wir sprachen es schon früher aus — alle Skeletstücke knorplig vorgebildet. Später bieten sie Knochensubstanz dar.

Man hatte lange Zeit hindurch die direkte Umwandlung des ersteren Gewebes in das letztere unbedenklich angenommen. Sharpey, Bruch, H. Müller machten dem alten Wahn ein Ende.

Sehen wir ab von seltenen Ausnahmen, so lautet heutigen Tages die Sache so: Der verkalkte Knorpel wird nicht zum osteoiden Gewebe; er schmilzt vielmehr ein, und in dem so gewonnenen Lückensysteme etablirt sich als neues, vom Periost geliefertes Gewebe die Knochensubstanz.

Nehmen wir einen Knorpel, mit welchem es in jener Weise zu Ende gehen soll, so zeigt er uns zweierlei:

1) Von der Oberfläche aus hat nach einwärts eine lokale Erweichung des Knorpelgewebes (der Zellen wie der Zwischenmasse) stattgefunden. Es sind somit ganz unregelmässige, mannigfach verzweigte Hohlgänge entstanden. In letztere sind vom Perichondrium her Gefässe eingewuchert, begleitet von lymphoiden und unreifen bindegewebigen Zellen. Man nennt diese Masse nicht übel das Knorpelmark. Bis vor Kurzem hatte man irrthümlich angenommen, dass die sogenannten Knorpelmarkzellen Nachkömmlinge der in den Erweichungsheerd hineingerathenen Knorpelzellen darstellten.

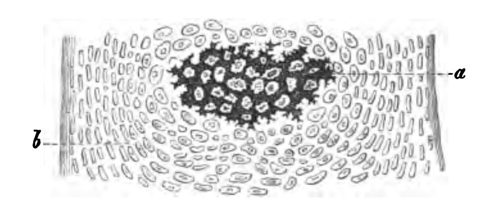


Fig. 66. Brustwirbel eines 10wöchentlichen Embryo im Vertikalschnitt. *a* verkalkter, *b* weicher Knorpel.

2) Im Zentrum eines derartigen Knorpels ist es zur Verkalkung der Interzellularsubstanz (S. 52), allerdings sehr gewöhnlich auch zu energischer, sogenannter Tochterzellenbildung gekommen (Fig. 66). Man hat diese Stelle den Verknöcherungspunkt genannt — schlecht genug, fügen wir bei. Denn wenn auch hier alsbald weitere Einschmelzung des Verkalkten und rasch hinterher in die gewonnenen Lücken die erste Ablagerung osteoiden Gewebes be-

ginnt, mit dem letzteren hat jener verkalkte Knorpel durchaus nichts zu thun.

Die beiden eben erwähnten Umwandlungsprozesse arbeiten rasch neben und gegen einander fort. Die Knorpelverkalkung breitet sich peripherisch weiter aus; die Einschmelzung und Herstellung der Knorpelkanäle gewinnt immer grössere Ausdehnung, auch im Bereich des verkalkten Knorpels.

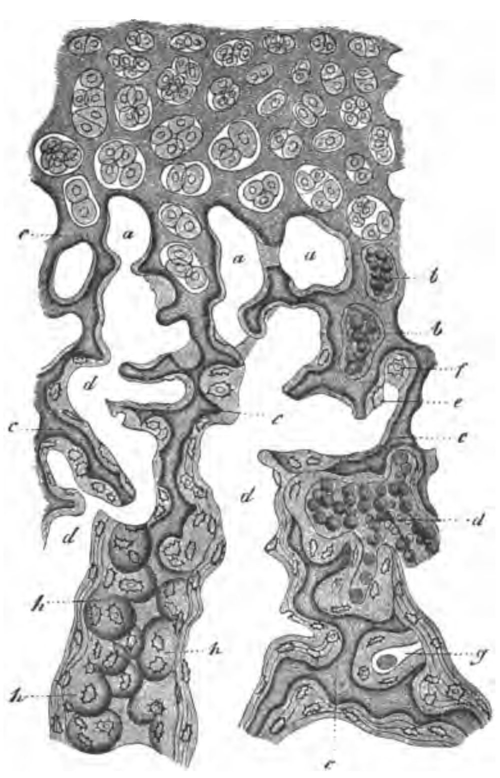


Fig. 67. Verknöcherungsrand einer Phalanx-Epiphyse des Kalbes im Vertikalschnitt. Nach oben erscheint die Knorpelmasse mit regellos liegenden, grosse Tochterzellen führenden Kapseln. *a* Kleinere Markräume, zum Theil wie geschlossen erscheinend, leer gezeichnet; *b* solche mit Markzellen; *c* Reste des verkalkten Knorpelgewebes; *d* grössere Markräume an den Wandungen mit aufgelagertem dünnerem oder dickerem und in letzterem Falle geschichtetem Knochengewebe; *e* in der Bildung begriffene Knochenzelle; *f* eine geöffnete Knorpelkapsel mit eingelagerter Knochenzelle; *g* eine theilweise ausgefüllte Höhle, von Knochenmasse aussen bedeckt, mit einer Markzelle im Innern; *h* scheinbar geschlossene Knorpelkapseln mit Knochenzellen im Innern.

Letzterer muss natürlich vorher erst physiologisch entkalkt worden sein, ehe er der Auflösung anheim fällt. Diese Wegnahme kürzlich deponirter Kalksalze behält allerdings bis zur Stunde etwas Räthselhaftes.

Sehen wir nach Fig. 67. Nach oben zeigt der Knorpel noch das alte weiche Ansehen. Die Knorpelzellen liegen hier, in einer Epiphyse, unregelmässig. In einer Diaphyse würden wir sie zu Längsreihen zusammengedrängt oder »gerichtet«, wie man sich ausgedrückt

hat, erblicken. Nach abwärts aber tritt uns ein kavernöses Gewebe entgegen, dessen Lücken freilich (in Folge der Präparation) theilweise den Knorpelmarkinhalt nicht mehr beherbergen (*a*), während er in andern noch erhalten blieb (*bd*). Trübe, dunkle Balken von unregelmässigster Form bilden die letzten Reste des einschmelzenden verkalkten Knorpelgewebes (*c*). Auch jenen balkigen Resten ist übrigens keine längereRast mehr vergönnt.

Untersucht man in dieser Zeit aufmerksam den Inhalt jener kavernösen Gänge, so haben deren peripherische Zellen eine abweichende Gestalt angenommen. Sie gleichen mit ihren kubischen Leibern (Fig. 68 *c*) einem unregelmässigen, schlecht entwickelten Zylinderepithel. Gegenbaur, der Entdecker, hat sie Osteoblasten genannt — und mit Recht; denn sie bilden das osteoide Gewebe.

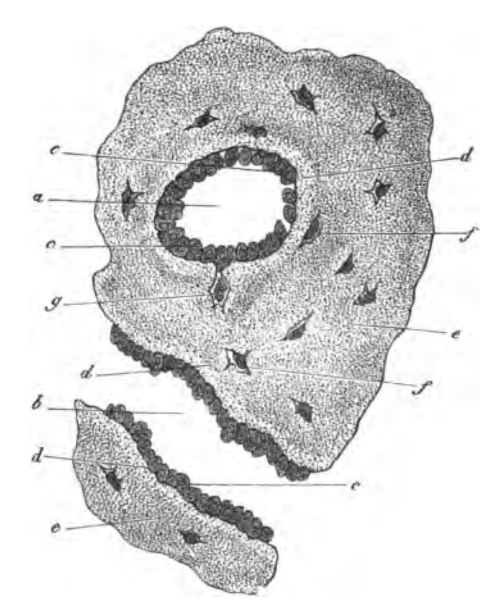


Fig. 68. Querschnitt aus dem Femur eines menschlichen Embryo von etwa 11 Wochen. *a* Ein quer und *b* ein längsdurchschnittenes Markkanälchen; *c* Osteoblasten; *d* die hellere jüngste, *e* die ältere Knochensubstanz; *f* Knochenhöhlen mit den Zellen; *g* Zelle noch mit dem Osteoblasten zusammenhängend.

Wie eine Linie übermässig zusammen gedrängter Soldaten den einen oder den andern vor die Fronte herausschiebt, so begegnet es einzelnen jener Osteoblasten (*g*). Sie nehmen jetzt zacken- und sternförmige Gestalten an, und um sie erscheint zunächst homogene, aber sehr bald diffus verkalkende Zwischenmasse. Letztere als dünne Lage — wir möchten sagen, wie ein Wachsaufguss die unregelmässigen Oberflächen der noch stehengebliebenen verkalkten Knorpelbalken überziehend — ist die erste Lamelle der

osteoiden Subztanz; die gezackten Osteoblasten bilden aber die ersten Knochenzellen. Unsere Fig. 67 zeigt dieses in ihrem oberen Theile (*a a a*), ebenso nach links in halber Höhe (*c d*).

Ueber die Auffassung der Zwischenmasse, ob durch Zellenabsonderung oder aus den umgewandelten Zellenleibern hervorgegangen, herrscht hier dieselbe Unsicherheit der Auffassung wie bei anderen Gliedern der Bindesubstanzgruppe.

Wir haben hier noch eigenthümlicher verfänglicher Bilder zu gedenken. Man begreift, dass bei fortgehender Einschmelzung der Knorpelbalken die Höhlen des Gewebes eröffnet werden und dann zur Ablagerung von Knochenzellen und homogener Grundmasse dienen müssen. Liegen die Verhältnisse wie bei *f* unserer Fig. 67, so ist die Sache ohne weiteres klar; auch die Stelle *g* ist zur Noth verständlich. Sind die Höhlen aber von unten oder oben her aufgebrochen, so fällt dieses nicht in die Schnittebene, und man erhält das Trugbild geschlossener Knorpelhöhlen mit endogenen Knochenzellen.

Dasjenige, was so zum ersten Male auftrat, es wiederholt sich in rascher Aufeinanderfolge vielfach nach einander. Lamelle auf Lamelle mit eingeschlossenen Knochenzellen entstehen (Fig. 67 in der unteren Hälfte). Wir erhalten somit ein geschichtetes osteoides Gewebe. Die Knorpelbalkenreste schwinden bei fortgehendem Einschmelzungsprozess mehr und mehr.

Aber das Ding, in seiner wilden wirren Unregelmässigkeit, es ist sehr verschieden von dem in zierlicher Regelmässigkeit erscheinenden Knochengewebe späterer Tage. *)

Wie wird nun letzteres aus dem ersteren?

Hierüber existiren zweierlei Ansichten. Nach der ersteren (und wir bekennen uns grösstentheils zu derselben) wird das auf Kosten und im Inneren des fötalen Knorpels gebildete osteoide Gewebe (der sogenannte endochondrale Knochen) seines Lebens nicht froh. Er fällt einem frühen Tode, einem baldigen

*) Auch das Mittelstück des Röhrenknochens hatte einmal den gleichen kavernösen Bau, wie ihn uns die Epiphyse darbietet.

Auflösungsprozess anheim, um die Bildung des grossen Markkanals zu ermöglichen, und auf seiner Oberfläche lagert das jetzt zum Periost gewordene Perichondrium mit Hülfe einer unteren Osteoblastenschicht neues Knochengewebe ab, welches freilich (unter nachträglichem Verlust seiner Innenschichten) in den äusseren Partien persistirt, und die regelmässig schöne Knochenstruktur späterer Tage herbeiführt. Unsere Fig. 69, indem sie bei

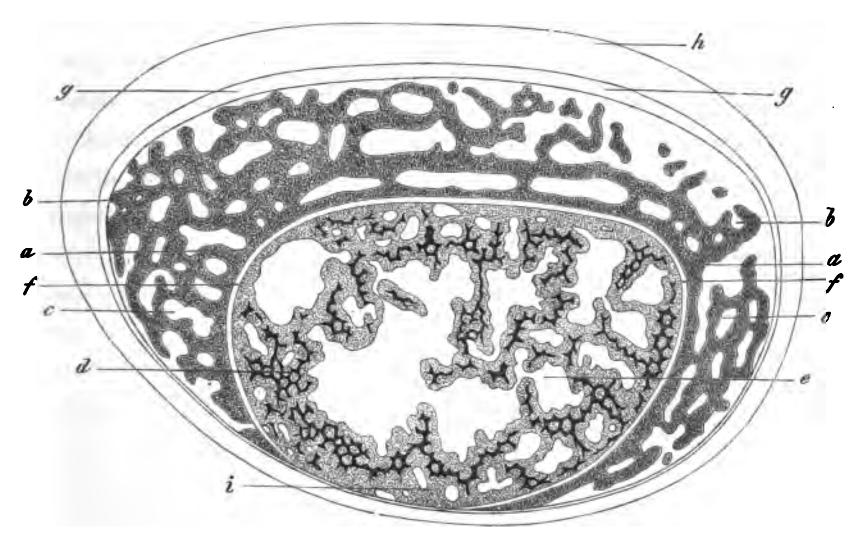


Fig. 69. Radius eines Kalbsembryo im Querschnitte. *a* Innenschicht des Periostknochens; *b* Aussenlage; *c* Markkanälchen desselben; *d* endochondraler Knochen; *e* seine Markkanälchen; *f* Grenzschicht beider Knochenmassen; *g* Bildungsschicht des periostealen Knochengewebes; *h* Periost; bei *i* frei liegende endochondrale Knochenmasse.

d den endochondralen, bei *a* und *b* den Periostknochen zeigt, vermag davon eine erste Vorstellung zu gewähren.

Man kann dieses als die Appositionstheorie der Osteogenese bezeichnen. Koelliker ist kürzlich wiederum für sie mit aller Energie in die Schranken getreten.

Eine andere Ansicht verwirft die Resorption des endochondralen Osteoidgewebes des Gänzlichen, und will nur von interstitiellem Wachsthum aus die Umwandlung des unregelmässigen kavernösen Knochens der Anfangsperiode zum regulären der späteren Lebenszeit erklären. Diese Auffassung hat vor Jahren

ein fleissiger russischer Forscher, Strelzoff, gestützt auf deutsche Vorgänger, allerdings in geschraubter Beweisführung, genauer zu begründen versucht.

Wir können in die zur Zeit brennende Kontroverse nicht weiter eintreten. Die Wahrheit liegt unserer Ansicht nach gewiss viel mehr nach ersterer Seite hin. Ein interstitielles Wachsthum besitzt indessen der junge Knochen wohl auch, was Koelliker ebenfalls zugesteht. In welchem Grade aber jenes vorkommt, kann zur Stunde Niemand mit Sicherheit angeben. Eine Resorption geht dem normalen Knochen aber sicherlich nicht ab. Dieses lehren die sogenannten »Haversian spaces« gesunder Knochen, wenn wir absehen von längst bekannten krankhaften Resorptionsprozessen. Wer die Beweiskraft solcher Dinge leugnet, mit dem ist unserer Meinung nach nicht mehr zu rechten.

Sehen wir also nach diesen Havers'schen Räumen!

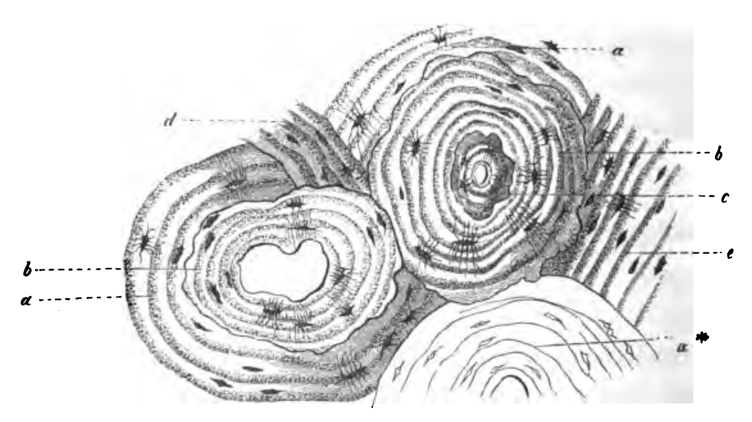


Fig. 70. Ein menschliches Fingerglied im Querschnitte; a* ein Havers'sches Lamellensystem gewöhnlicher Art; aa zwei andere, welche im Innern eine Resorption erlitten haben (b b) und so Havers'sche Räume bilden, die von neuen Lamellen gefüllt sind; c abermalige Resorption in einem solchen mit Ablagerung neuer Knochenmasse; d unregelmässige Lamellen und e gewöhnliche intermediäre.

Unser Bild (Fig 70) zeigt uns drei Havers'sche Lamellensysteme. Die beiden schraffirten Schichtungsgruppen (*aa*) bieten nach einwärts eine zackige Resorptionslinie (*bb*) dar. Auf sie, die Umrisse einhaltend, haben sich neue Knochenlamellen aufgelagert.

Nach rechts (*c*) ist über letztere eine abermalige Auflösung gekommen, welche eine neue Lamellenbildung auszugleichen sucht.

Koelliker hat den vielkernigen Riesenzellen (Fig. 13) die Eigenschaft zugeschrieben, die Knochensubstanz aufzulösen, und sie Osteoklasten genannt. Wir theilen diese Ansicht nicht. Zwischen den knochenerzeugenden Gegenbaur'schen Osteoblasten und den knochenzerstörenden Elementen des erstgenannten Forschers existiren eben einmal Uebergangsformen, und über Riesenzellen haben wir uns ja auch schon früher (S. 19) ausgesprochen.

Wir halten also die Resorption des endochondralen Knochens fest, und fragen jetzt nach den Einzelheiten des peripherischen Ersatzes. Diesen liefert also der periosteale Knochen, d. h. das von der Innenfläche der Beinhaut nachträglich gelieferte osteoide Gewebe (Fig. 69, *a b*).

Ein trefflicher französischer Forscher, Ollier, belehrte uns, dass das abgelöste lebendige Periost, sei es, dass man es im Körper des Eigenthümers zurückbehält, sei es, dass man das Ding einem anderen Thiere einpflanzt, wieder neues Knochengewebe erzeugt; nur muss die unterste Schicht unversehrt sein.

Prüfen wir aber diese tiefste Lage mit Hülfe des Mikroskops, so sind es alte Freunde, die von der endochondralen Knochenbildung her uns bekannten Osteoblasten. Diese Zellenschicht wächst dann zapfenartig nach einwärts in eine dem Untergang entgegentreibende indifferente Zellenmasse.

Die knochenerzeugende Kraft der Osteoblasten kennen wir bereits. Somit stellen Osteoblastenzapfen *(sit venia verbo)* die Havers'schen Lamellen her, während die unmittelbar unter dem Periost befindlichen, d. h. die flache Osteoblastenlage, die Generallamellen liefern. In derartiger Weise also erklärt sich der regelmässige Bau der Diaphyse und ihr Dickenwachsthum. Letzteres bedarf wohl kaum noch einer ferneren Bemerkung.

Wir dürfen demgemäss sagen: der endochondrale Knochen

vergeht als embryonale Bildung, der periosteale bleibt für das spätere Leben.

Wie wir schon oben erfuhren, waren aber eine Anzahl Schädel- und Gesichtsknochen niemals Knorpel.

Sie gehen aus einer weichen fötalen Bindesubstanz hervor. Man hat ihnen den schlechten Namen der »sekundären« Knochen gegeben. Auch hier, wenn es zur Herstellung osteoiden Gewebes kommen soll, treffen wir Osteoblasten und denselben Entstehungsprozess des Knochengewebes wie vom Periost aus. Die Entwicklung der Knochenmasse beginnt zentrisch an gewissen Stellen, um von da an peripherisch weiter zu schreiten. Das sind nun also wahre Ossifikationspunkte gegenüber den falschen (oder Verkalkungs-Zentren) des endochondralen Knochens.

Dass bindegewebige Züge bei dem periostealen und sekundären Knochen mannigfach mit erhärtet werden, begreifen wir leicht. Man hat diesen Dingen — sie erscheinen zuweilen wie in ein Brett eingetriebene Nägel — den Namen der SHARPEY'schen Fasern gegeben, allerdings nicht mit Recht. Denn schon lange vorher (wie CLEMENTI zeigt) kannten sie einzelne italienische Forscher, nämlich GAGLIARDI und TROJA.

Manche Beobachtungen der Neuzeit sprechen auch für eine unmittelbare Umwandlung des einen oder andern Knorpels in osteoide Masse, ebenso einmal einer bindegewebigen Bildung. Doch ein verkalktes Bindegewebe ist damit noch nicht zum Knochen geworden.

Das wuchernde Bildungsleben des Knochens tritt uns im krankhaften Geschehen noch mehr als im normalen entgegen. Leider können wir auf jenes hier nicht eintreten.

Siebente Vorlesung.

Zahnbein. Zahnschmelz. Linsengewebe.

Den Zahn im Groben (Fig. 71) kennt Jedermann. Wir unterscheiden: a) die Krone, den freien Theil, b) dann ein mittleres, vom Zahnfleisch umhülltes Stück, den Hals, und c) endlich, in die Alveole des Kiefers eingekeilt, die ein- oder mehrfache Wurzel. Das Innere der Zähne durchzieht ein nach oben blindsackiger Hohlgang, nach abwärts, der Wurzel entsprechend, ein- oder mehrfach gestaltet und an der Wurzelspitze frei ausmündend. Jenen füllt ein weiches, an Gefässen und Nerven reiches Bindegewebe aus. Das ist die Pulpa.

Die Hauptmasse des Zahnes, welche die Höhle nach einwärts begrenzt und äusserlich von dünner Rindenschicht bedeckt wird, stellt das sogenannte Zahnbein oder die Dentine her, ein modifizirtes osteoides Gewebe. Die Krone umhüllt der sogenannte Schmelz, die Wurzel das Zement; am Halse treffen beiderlei Massen zusammen.

Sehen wir also (Fig. 72) zunächst nach der Dentine (*d*). Dieselbe führt in leimgebender Grundlage eine noch grössere Menge der Kalksalze als die osteoide Substanz. Sie wird durchsetzt von ausserordentlich zahlreichen, recht feinen (0,0011—0,0023 mm breiten Kanälchen, den sogenannten Zahnröhrchen (*e e*). Ihr Verlauf, abgesehen von meist spitzwinkligen Verästelungen und Schleifenverbindungen, ist im Groben ein regelmässiger. Sie stehen im Allgemeinen senkrecht zur Oberfläche der Zahnhöhle, also vertikal auf dem Scheitel der Zahnkrone, schief an deren

Randtheilen, horizontal über Hals und Wurzel, um an der Spitze letzterer wieder eine schief absteigende Richtung zu gewinnen. Ein Querschnitt zeigt sie radial angeordnet. Indessen bei genauerem Zusehen begegnen wir da einer Menge kleiner interessanter Variationen (Kollmann).

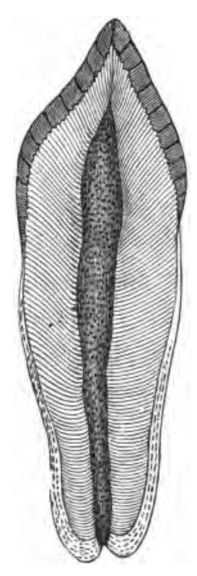


Fig. 71. Menschlicher Schneidezahn im Vertikalschnitt. Der Ueberzug der Krone Schmelz, derjenige der Wurzel Zement; die Hauptmasse Dentin mit dem Axenkanal.

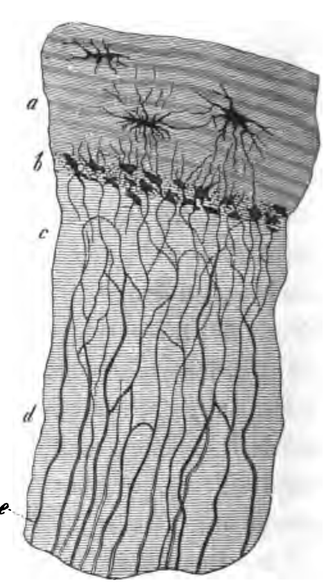


Fig. 72. Menschliche Zahnwurzel *d* mit Zementbekleidung *a*. Bei *b* die körnige oder Tomes'sche Schicht mit Interglobularräumen; bei *c* und *e* die Zahnröhrchen.

Mit Luft erfüllt erscheinen sie dunkel, mit Flüssigkeit durchtränkt als helle, leicht verschwindende Gänge. Das Verhalten der sogenannten Kalkkanälchen des Knochens wiederholt sich also hier. Auch eine elastische verkalkte Wandungsschicht geht den Zahngängen gleich denjenigen des Knochens nicht ab. Man erkennt sie freilich jetzt bei stärkerem Durchmesser der Kanälchen leichter.

Nach einwärts münden unsere Zahnröhrchen in die Axenhöhle ein. Letztere kann einem Havers'schen Gange des Knochens recht wohl verglichen werden.

Die Zahnwurzel wird umhüllt von Zement, wie wir schon oben bemerkt haben. Dasselbe (*a*) ist eine dünne Lage Knochen-

substanz, nach abwärts zur Wurzelspitze zunehmend, gewöhnlich ohne Lamellenbildung, aber mit zierlichen Knochenkörperchen.

Ein Theil der sogenannten Kalkkanälchen letzterer verbindet sich mit den in das Zement eingetretenen Zahnröhrchen, oder geht — richtiger gesagt — in letztere über. An der Grenze der Knochenhülle und der Dentine kommen mannigfache Lücken, die sogenannten Interglobularräume, vor (*b*), welche mit Knochenkörperchen verwechselt werden könnten.

Lassen wir den Schmelzüberzug der Krone vorläufig noch bei Seite, wenden wir uns zunächst zur Inhaltsmasse der Zahnhöhle, zur Zahnpulpa.

Im werdenden Knochen (die vorhergegangene Vorlesung lehrte es) waren die gebrochenen Hohlräume von unreifem Gewebe erfüllt, an dessen Oberfläche die Osteoblasten erschienen. Die Zahnpulpa besitzt nun — und zwar auch in späteren Tagen — einen ähnlichen Zellenüberzug. Dieses (Fig. 73 *b*) sind die Dentinzellen oder, wie man sie sehr bezeichnend genannt hat (WALDEYER), die Odontoblasten, die Bildner des Zahnbeins. Unsere Zellen, oblong, 0,02—0,03 mm messend, stehen geschichtet. Ein oder mehrere ihrer feinen fadenförmigen Ausläufer dringen peripherisch in die Zahnröhrchen ein. Ein tüchtiger englischer Forscher, TOMES, hat derartige »weiche Fasern« zuerst hier gesehen.

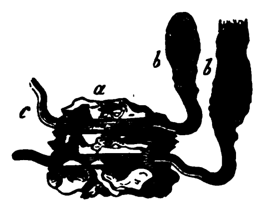


Fig. 73. Zwei Dentinzellen *b*, welche mit ihren Ausläufern ein Stückchen der Zahnkanälchen bei *a* durchsetzen und bei *c* aus dem Zahnbeinfragment hervorragen.

Die Zahnkrone ist vom Schmelz oder Email, der härtesten Substanz des Körpers, überkleidet. Die organische, formbestimmende Grundlage ergibt nur noch ein paar Prozent (3,5—6) gegenüber einem gewaltigen Ueberschusse der Knochenerde.

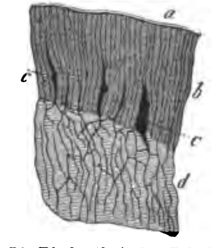


Fig. 74. Rindentheil des Zahnbeins *d* aus der Krone mit Schmelzüberzug *b*; *a* Schmelzhäutchen; *c* Spalträume mit Luft erfüllt.

Der Schmelz (Fig 74), eine versteinerte Epithelialproduktion, besteht aus langen, dicht gedrängten, polyedrischen Zylindern, den Schmelzprismen oder Schmelzsäulen (*b*). Sie scheinen vielfach die ganze Dicke des Emailüberzuges zu durchsetzen; ihr Quermesser beträgt 0,0034—0,0045 mm.

Querschliffe des Schmelzes zeigen eine zierliche sechseckige Mosaik (Fig. 75).

Die isolirten Schmelzprismen lassen ein eigenthümliches quergebändertes Ansehen erkennen.

Die Oberfläche des Email wird endlich noch von einer homogenen, ungemein harten Membran überzogen. Dieses ist das Schmelzoberhäutchen (Fig. 74 *a*).

Unter dem Schmelze bilden die Zahnröhrchen schleifen- und netzartige Uebergänge (Fig. 74 *d*). In der harten spröden Masse des ersteren ist es zur Bildung mannigfacher Lücken gekommen (*c*), welche mit den Gängen der Dentine kommuniziren können.

An den geschilderten, ziemlich einfachen Bau der Zähne reiht sich eine recht verwickelte Entstehungsgeschichte. Wir berühren sie hier nur in den Hauptzügen.



Fig. 75. Querschnitt der menschlichen Schmelzprismen.

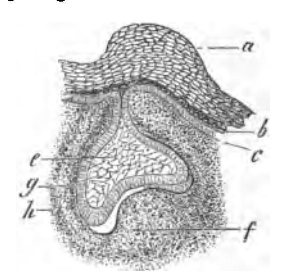


Fig. 76. Zahnbildung eines Schweinsembryo. *a* Epithelialwall; *b* jüngere Zellenschichten; *c* unterste; *e* Schmelzorgan; *f* Zahnkeim; *g* innere und *h* äussere Schicht des werdenden Zahnsäckchens.

Dass die Zähne in den Kinnladen sich bilden, dass sie beim Neugebornen erst nach Monaten und Jahren hervorbrechen, dass die erste Bezahnung durch eine bleibende zum grösseren Theile ersetzt wird, weiss Jedermann.

Zwei der drei Keimblätter betheiligen sich an der Erzeugung

unserer Gebilde, das Horn- und das Mittelblatt. Ersteres liefert den Schmelz, letzteres Pulpa, Dentine und Zement.

Auf den freien Rändern der embryonalen Kiefer erscheint anfänglich eine wallartige Verdickung des Plattenepithel (Fig. 76 *a*). In die weiche Masse des Kiefergewebes dringt sie als vertikale Längsleiste nach abwärts. Man hat erstere den Zahnwall, letztere den Schmelzkeim genannt.

Von Strecke zu Strecke, aus der Tiefe des Kinnladengewebes emporstrebend, wuchern dem Schmelzkeim konvexe papilläre Bildungen entgegen, die sogenannten Zahnkeime (*f*). Sie drücken also die Unterfläche des Schmelzkeimes stellenweise unter Verbreiterung ein; sie geben diesem also lokal die Form einer Mütze oder einer Glocke. Man nennt letzteres Gebilde nunmehr das Schmelzorgan (*e*).

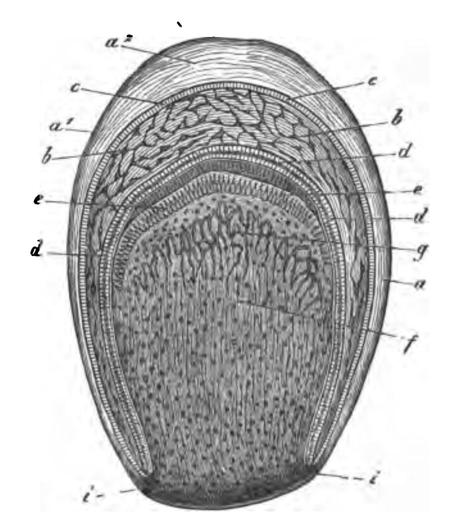


Fig. 77. Zahnsäckchen eines älteren menschlichen Embryo, theilweise schematisch gehalten. *a* Bindegewebige Wandung des Zahnsäckchens mit der Aussenlage a^1 und der Innenschicht a^2; *b* Schmelzorgan mit seinen äusseren *c* und unteren Zellen *d*; *e* Dentinzellen; *f* Zahnbein mit den Haargefässen *g*; *i* Uebergang des Bindegewebes der Wand in das Gewebe des Dentinkeimes.

Gehen wir sogleich, Zwischenformen bei Seite lassend, zu einer späteren Periode sprungweise über. Hier (Fig. 77) hat das Schmelzorgan (*b*) von seiner Ursprungsstelle, dem Kinnladenepithel, sich längst abgeschnürt, ebenso die seitlichen Verbindungsbrücken mit der Leiste des Schmelzkeimes abgeworfen. Das Ding, an der oberen konvexen und an der unteren konkaven Fläche, ist mit zylindrischen Epithelzellen bekleidet (*cd*). Im Innern (*b*) erhalten wir Gallertgewebe (Fig. 23). Unten (Fig. 77 *f*) erblicken wir den mächtigen Zahnkeim, die werdende Zahnkrone.

Beides aber ist eingeschlossen durch eine bindegewebige Hülle (*a*), das sogenannte **Zahnsäckchen** mit Aussen- (*a*[1]) und Innenlage (*a*[2]). Säckchen und Zahnkeim gehen zuletzt unten kontinuirlich in einander über.

Der Zahnkeim trägt an seiner Oberfläche die Lage der Odontoblasten (*e*). Von ihnen wird die erste dünne Rindenlage der Dentine erzeugt. Schicht um Schicht bildet dann hinterher sich über den längswachsenden Zahnkeim. Er gewinnt durch jenes Wachsthum zuletzt Hals und Wurzel; sein weiches blutreiches Gewebe bleibt mehr und mehr im ferneren Entwicklungsgang zurück, und wird zur Pulpa. Von dem Epithel an der konkaven Fläche des Schmelzorgans kommt es zur Bildung der Schmelzprismen (unterhalb *d*), mögen diese nun verkalkte Stücke des Zellenleibes oder abgesonderte Zellenmassen darstellen. Zuletzt ertödtet der heraufwachsende Zahn das Schmelzorgan, und bricht hervor. Sein Zement dürfte vom unteren Theile des Zahnsäckchens entstanden sein. Dieses erhält sich grösserentheils als Periost der Alveole.

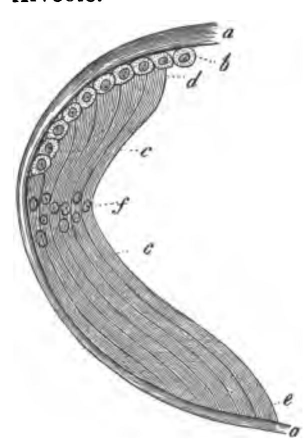


Fig. 78. Krystalllinse. *a* Kapsel; *b* Epithel der Vorderhälfte; *c* Linsenfasern mit dem vorderen *d* und hinteren Ende *e*; *f* Kernzone.

Für die bleibenden Zähne zweigt sich schon sehr frühzeitig ein sekundärer Schmelzkeim vom ursprünglichen ab.

Wir reihen, um mit den Epithelproduktionen abzuschliessen, hier noch kurz das Gewebe der **Krystalllinse des Auges** an. Dieselbe (Fig. 78), aus einer Einwucherung des Ektoderm beim Fötus entstanden, wird von strukturloser, nach vorne dickerer, nach hinten verdünnter Kapsel (*a a*) umschlossen. Die Innenfläche des vorderen Kapselsegmentes führt ein ungeschichtetes, niedrig kubisches Plattenepithel (*b*).

Letzteres geht in seiner dem Aequator zustrebenden Randzone

allmählich in verlängerte kernführende Elemente, die sogenannten Linsenfasern (*c*) über. Es sind dieses blasse, glashelle, wasserreiche Elemente, in den Aussentheilen des Organs 0,009—0,0113 mm, im Innern (wo sie fester erscheinen) nur 0,0056 mm breit. Die Linsenfaser, mit einer Art Hülle umgeben, hat den Werth einer ausgewachsenen Zelle mit indirekter oder karyokinetischer Vermehrung (HENLE). Die Kerne (*f*) liegen der Aequatorialzone benachbart. Die Anordnung ist im Allgemeinen eine meridianartige. Querschnitte der Linsenfasern ergeben ein zierliches Bild verlängerter Sechsecke (Fig. 79).

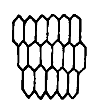


Fig. 79. Linsenfasern im Querschnitt.

Achte Vorlesung.

Das Muskelgewebe.

Wir wenden uns jetzt zum mittleren Keimblatt der embryonalen Anlage zurück, und besprechen eins seiner wichtigsten massenhaftesten Erzeugnisse; wir erörtern das Muskelgewebe.

Dasselbe gewährt beim Menschen und den höheren Thieren zwei recht verschiedene Bilder. Einmal erkennen wir als Elemente verlängerte spindelförmige Zellen von homogenem Aussehen (Fig. 80); anderntheils begegnen wir einem längeren, massenhafteren, quergestreiften Faden (Fig. 81 *a*).

Man spricht demgemäss von glatter und quergestreifter Muskulatur. — Glaube man jedoch nicht, hier mit ganz verschiedenen Dingen zu thun zu haben! Einmal treffen wir in der weiten formenreichen Thierwelt der Zwischenformen gar manche; und dann gehen beiderlei Repräsentanten des Muskelgewebes von höchst ähnlichen Anfangsgestalten aus. Das glatte Element bleibt auf niederer Stufe stehen, das querstreifige hat sich weiter entwickelt. Letzteres kontrahirt sich rasch und energisch, ersteres langsam und träge; letzteres bildet die willkürliche Muskulatur, ersteres die unwillkürlich arbeitende. Unser Herz mit quergestreifter unwillkürlicher Fasermasse macht freilich eine Ausnahme.

Früher nahm man als Elemente der glatten Muskeln (Fig. 80. *i*) blasse kernführende Bänder an. Koelliker zerlegte im Jahre 1847 mit den unvollkommenen Hülfsmitteln der damaligen Epoche das Band in eine Reihe linear hintereinander aufgereihter zelliger

Elemente, seine kontraktilen Faserzellen. Es war dieses damals eine wichtige Entdeckung, ein Zeugniss für den Scharfblick des ausgezeichneten Beobachters.

Diese kontraktilen Faserzellen erblicken wir bei *a*—*h*. Sie sind bald kurze, bald längere, nicht selten gewaltig lange spindelförmige Gebilde (0,0282—0,2256 mm und mehr) von mässigem Quermesser (0,0074—0,0151 mm). Das Ansehen des hüllenlosen Zellenleibs ist in der Regel ein durchaus homogenes, wenn anders nicht eine Fetteinlagerung stattgefunden hat (*h*). Allein in den letzten Jahren wurde von kompetentesten Seiten (Koelliker, Engelmann und Merkel) eine leicht nachweisbare fibrilläre Struktur beobachtet. Ein verlängerter Kern (man nennt ihn stäbchenartig) tritt leicht hervor. Er enthält einen oder mehrere Nukleolen. Mitunter treffen wir die Kerne doppelt oder selbst in grösserer Zahl.

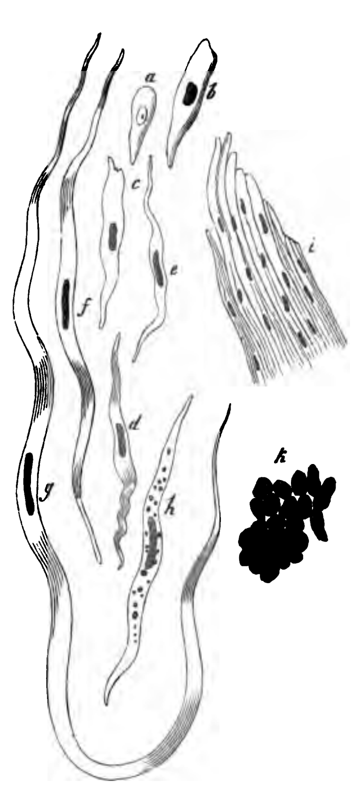


Fig. 80. Glatte Muskulatur des Menschen und Säugethiers. *a* eine Bildungszelle aus der Magengegend eines 2zölligen Schweinsembryo; *b* eine weiter vorgerückte; *c*—*g* verschiedene Formen der kontraktilen Faserzelle des Menschen; *h* eine mit Fettkörnchen versehene; *i* ein Bündel glatter Muskelfäden; *k* Querschnitt durch einen solchen von der Aorta des Ochsen mit vielfach in die Schnittfläche gefallenen Kernen.

Doch dieses sind Ausnahmen. Man kann also unsere Elemente kurzweg als einkernige Muskelzellen bezeichnen.

Glatte Muskeln sind im Menschenleib weit verbreitet. Von der Speiseröhre bis gegen das Mastdarmende bilden sie die längst bekannten stärkeren Muskelschichten, und daneben noch eine feinere (*Muscularis mucosae*) im Schleimhautgewebe. Glatten Muskeln

begegnen wir ferner in den Respirationswerkzeugen, so in der hinteren Wandung der Trachea, in der Ringfaserhaut der Bronchien und ihrer Verästelungen. Nach Manchen soll unser Gewebe selbst den respirirenden Lungenbläschen nicht abgehen. Davon konnten wir uns selbst freilich niemals überzeugen. Die Mittelschicht der Gefässe, namentlich der Arterien, enthält ferner glatte Muskelmassen. Kleine Bündel derselben kommen in der Lederhaut vor; so an den Haarbälgen (*Arrectores pilorum*), ferner von der Oberfläche des Corium zum Unterhautzellgewebe (J. Neumann), dann mehr zusammenhängend an Brustwarze, Warzenhof und namentlich in der sogenannten *Tunica dartos* des Hodens. Muskulös ist ferner die Wand der Gallenblase. Im Harnapparat, in den Nierenkelchen, dem Nierenbecken, den Harnleitern und der Blase gewinnt unser Gewebe grössere Entfaltung. Der männliche Geschlechtsapparat ist ebenfalls reichlich mit glatter Muskelmasse versehen; noch vielmehr der weibliche. Schon der Eierstock beherbergt unserer Ansicht nach jenes Gewebe. Zusammenhängende Schichten bildet es in den Eileitern. Der massenhaftesten Ansammlung des Gewebes überhaupt begegnen wir im Fruchthälter. Hier gewinnt es in einer Schwangerschaft noch mächtigere Vermehrung. Auch den Lymphknoten, der Milz, dem Auge (Sphincter und Dilatator pupillae, Chorioidea, Ziliar- und Orbital-, sowie Palpebralmuskeln) gehen glatte Muskeln nicht ab.



Fig. 81. Zwei quergestreifte Muskelfäden (*a*) mit den Sehnenbündeln (*b*).

Quergestreiftem Gewebe begegnen wir an allen Muskeln des Kopfes, Rumpfes und der Gliedmaassen, an der Ohrmuschel, den äusseren Augenmuskeln, in der Zunge, dem Pharynx, der oberen Partie der Speiseröhre, dem Kehlkopf, ferner in den Genitalien, im Mastdarmausgange. Ebenso bildet unser Gewebe das Zwerchfell und, allerdings modifizirt, das Herz.

Als Element (Fig. 81 *a*) erkennen wir beim Menschen alsbald

ein längeres unverzweigtes zylindrisches fadenförmiges Gebilde von 0,0113, 0,0187—0,0563 mm Querdurchmesser. Das ist der Muskelfaden, die Muskelfaser (oder — wie man schlecht genug sagt — das Primitivbündel).

Wir bemerken aber hier alsbald eine eigenthümliche komplizirte Textur.

Man begegnet einer Hülle und einem kontraktilen Inhalte, dem Sarkolemma und der Fleischmasse. Erstere, dem lebenden Muskelfaden als treuer Gefährte dicht anliegend, kann im Tode durch Wasseraufnahme sich blasenartig abheben. Ist die Fleischmasse durch Zerrung zerrissen, so tritt das Sarkolemma oder die Primitivscheide (Fig. 82 *a*) auf das Deutlichste uns entgegen. Es erscheint als wasserhelle, aufgelagerte, elastische Membran.

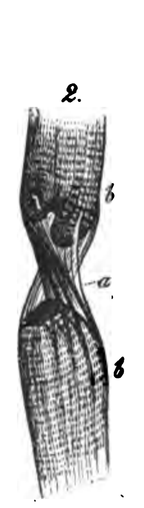


Fig. 82. Quer durchrissener Muskelfaden. *b b* Fleischmasse; *a* Sarkolemma.

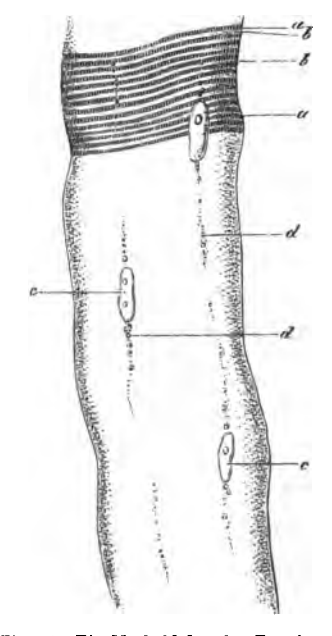


Fig. 83. Ein Muskelfaden des Frosches bei 800facher Vergrösserung. *a* dunkle Zone mit Fleischtheilchen; *b* helle; *c* Kern; *d* interstitielle Körnchen (Alkoholpräparat).

Dieser Hülle zunächst angelagert trifft man zahlreiche ovale (0,0074—0,0113 mm messende) Kerne (Fig. 83 *c*). Die Seitenflächen und die Pole letzterer sind von geringen Mengen einer protoplasmatischen Substanz umgeben (*d*). Man hat das Ding (ein Zellenrudiment) Muskelkörperchen genannt (M. Schultze). So verhält sich der menschliche Muskel. Bei niederen Thieren liegen jedoch die Kerne auch im Innern, und bei unserm Herzmuskel ist das Gleiche der Fall.

Alles dieses erkennt man leicht.

Ganz ausserordentliche Schwierigkeiten bietet dagegen der vom Sarkolemm umhüllte Inhalt, bietet die Fleischmasse dar. Sie ist einmal sehr veränderlich; und wir stehen bei ihrem unendlich zarten Aufbau bald an der Grenze der gegenwärtig möglichen mikroskopischen Auflösung.

In manchen Fällen, regelmässig nach Anwendung gewisser Reagentien, tritt uns die Fleischmasse als ein Bündel feiner (0,0011—0,0022 mm messender) quergezeichneter Längsfibrillen entgegen. Es scheint also (nach Art des Bindegewebes) ein Primitivbündel vorzuliegen.

Bei anderen Behandlungsweisen — und auch im lebendigen Muskel — sehen wir von jenen Fibrillen wenig oder nichts. Der Faden lässt eben nur Querlinien erkennen. Er scheint jetzt — einer Volta'schen Säule vergleichbar — aus aufeinander gethürmten Scheiben zu bestehen.

Man wollte beides, die Fibrille wie die Querscheibe, als normale präexistirende Gebilde betrachten, und man hat damit einen doppelten Irrthum — unserer Ansicht nach — begangen. Es gibt im lebenden Muskel weder Fibrillen noch Scheiben.

Der Erste, welcher vor mehr als einem Menschenalter hier den richtigen Pfad betrat, war Bowman. Allerdings vermochte er mit den damaligen optischen Hülfsmitteln den Gegenstand nicht zu erschöpfen, und wir können es heutigen Tages auch noch nicht, obgleich uns weit vollkommenere Mikroskope zur Verfügung stehen.

Nach der Ansicht dieses ausgezeichneten Forschers besteht der Muskelfaden wesentlich aus einem Aggregate kleiner Körperchen, der Fleischprismen oder Fleischtheilchen (*sarcous elements*), welche, in der Querrichtung verbunden und zusammenhängend, das Bild eines Scheibchens oder einer dünnen Platte (*disc* nach Bowman) ergeben (Fig. 83 *a*), während sie, in der Längsrichtung aufgereiht, das der Fibrille (Fig. 84. 1. *a b*) darbieten.

Demgemäss präexistiren weder Fibrillen noch Platten. Es ist

eben nur eine Neigung des Muskelfadens vorhanden, bald der Quere, bald der Länge nach sich zu zerspalten. Der Zusammenhang nach letzterer Richtung mag allerdings der stärkere sein. Denn Fibrillen im abgestorbenen Elemente begegnet man häufiger als Querplatten.

Sehen wir uns also zunächst den Muskelfaden einmal mit Hülfe stärkster Vergrösserungen etwas genauer an.

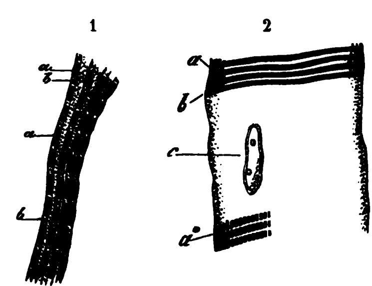


Fig. 84. Zwei Muskelfäden, 1) vom Proteus, 2) vom Schwein, bei 100facher Vergrösserung. *a* Fleischprismen; *b* helles Längsbindemittel. Bei *a** sind die *Sarcous elements* von einander entfernter und das Querbindemittel sichtbar; *c* Kern.

Die transversalen Linien lösen sich sehr leicht auf in dunkle Querzonen, getrennt durch hellere (2. *a*. *b*). Erstere bestehen aus nebeneinander gestellten Fleischtheilchen (*a**). Auch das erkennt man mühelos mit Hülfe guter und starker Vergrösserungen. Es sind längliche prismatische Körperchen (beim Proteus 0,0017, beim Frosch 0,0013, beim Säugethier und Menschen 0,0011—0,0012 mm messend).

Die Fleischtheilchen müssen natürlich untereinander verbunden sein.

Nehmen wir ein feinstes abgespaltenes Längsfädchen, also eine sogenannte Muskelfibrille (1), so ist die Längsreihe der Fleischtheilchen (*a*) durch das helle Längsbindemittel (*b*) zusammengehalten. Betrachten wir einen Muskelfaden in Querplatten zerklüftet, so sind dunkle und helle Querzone durch eine transversale Bindesubstanz, welche über die Aussenflächen von *a* und *b* unserer Fig. 84. 2 sich erstreckt, verknüpft. Der longitudinale Zusammenhang ist natürlich hier vollständig gelöst.

So glaubten wir vor etwa 10 Jahren uns die Sache leidlich erklären zu können. Allein es sind neuere Beobachtungen hinzugekommen, und weitere Bedenken entstanden.

Schon im Jahre 1863 hatte der Engländer Martin in dem hellen Längsbindemittel eine dunkle Querlinie gesehen. Später

wurden diese ziemlich leicht zu konstatirenden Beobachtungen von KRAUSE bestätigt und erweitert (Fig. 85). Nennen wir jenes Ding (*a*) also die KRAUSE'sche Querlinie oder Querscheibe.

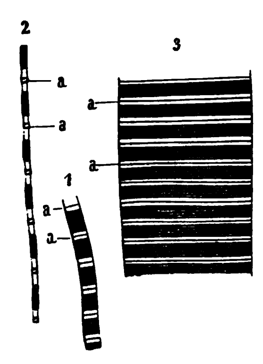


Fig. 85. KRAUSE'sche Querscheiben. *a.a.* 1 Eine Muskelfibrille ohne, 2 eine solche mit stärkerer Längszerrung, beide sehr hoch vergrössert; 3 Muskelfaden des Hundes unmittelbar nach dem Absterben.

Allein wir sind damit noch nicht am Ende. Zu gleicher Zeit traf ein anderer befähigter Forscher, HENSEN, die dunkle Querzone, die Querreihe der *Sarcous elements*, halbirt durch eine helle transversale Linie. Das ist die HENSEN'sche Mittelscheibe. Körnchen, welche der KRAUSE'schen Querlinie nach oben und unten angrenzen, hat ENGELMANN hinterher noch als Nebenscheiben bezeichnet (Fig. 86 *b*).

Aus diesen sonderbaren Beobachtungen, welche die Grenzen mikroskopischer Analyse berühren, und möglicherweise zum Theil überschreiten, vermögen wir wenigstens nach zahlreichen Beobachtungen der letzten Jahre zur Stunde keinen sicheren Schluss zu erzielen.

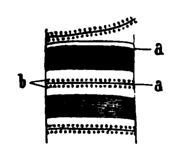


Fig. 86. Stück eines abgestorbenen Muskelfadens der Fliege; *a* Querscheiben, *b* Nebenscheiben.

Interessant ist noch eine alte Beobachtung BRÜCKE's. Die BOWMAN'schen *Sarcous elements* brechen das Licht doppelt, das Längsbindemittel ist einfach lichtbrechend.

Wir gehen endlich zu einigen einfacheren Strukturverhältnissen des quergestreiften Muskelfadens über.

Hierher zählen einmal die sogenannten interstitiellen Körner, kleine Fettmoleküle (Fig. 83 *d*), welche, von den Kernpolen der Muskelkörperchen beginnend, in linearer Längsanordnung den Faden bald über kürzere, bald längere Strecken durchziehen.

Querschnitte durch den gefrornen Muskel (Fig. 87) lehrte COHNHEIM, ein ausgezeichneter frühe verstorbener Forscher, anfertigen. Man erkennt hier Gruppen der Fleischtheilchen (*a*) als eine

Mosaik kleiner Felder von drei- bis sechseckiger Gestalt. Sie eingrenzend bemerkt man ein System heller glänzender Linien (c), welche dem Querbindemittel angehören müssen.

Einer Modifikation der quergestreiften Muskulatur begegnen wir in der Zunge und im Herzen von Säugethier und Mensch. Es sind dieses verzweigte und netzartig verbundene Fäden. In ersterem Organe bemerkt man unter spitzen Winkeln mehrfach sich wiederholende Theilungen.

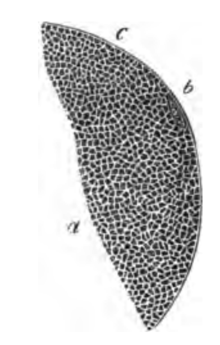


Fig. 87. Querschnitt durch einen gefrornen Froschmuskel. *a* Fleischtheilchengruppen; *c* helles Querbindemittel; *b* Kern.

Im Herzen (Fig. 88) kommt es durch reichliche Anastomosenbildung zu einem engmaschigen Netzwerk. Ein Sarkolemm dürfte diesen verschmälerten Fäden abgehen. Letztere zeigen übrigens Quer- und Längszeichnung stark ausgesprochen. Interessant ist endlich der Umstand, dass jenes Muskelnetz des Herzens aus verkitteten Zellen (Fig. 88 nach rechts) besteht.

Die übrige quergestreifte Muskulatur zeigt die Fäden parallel

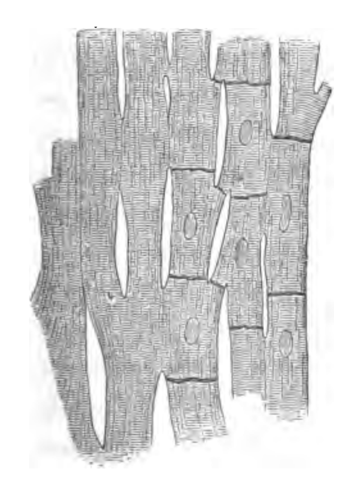


Fig. 88. Herzmuskelfäden. Rechts erscheinen Zellengrenzen und Kerne.

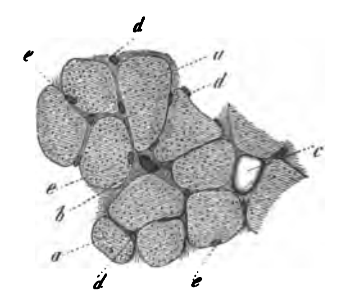


Fig. 89. Querschnitt des menschlichen *Biceps brachii*. *a* Die Muskelfäden; *b* Querschnitt eines grösseren Gefässes; *c* eine Fettzelle in einem grösseren bindegewebigen Zwischenraume; *d* Haargefässdurchschnitte in der dünnen Bindegewebeschicht zwischen den einzelnen Fäden; *e* die Kerne (Muskelkörperchen) der letzteren, dem Sarkolemma anliegend.

angeordnet, leicht prismatisch gegen einander abgeplattet (Fig. 89 *a*) und beim Menschen die Muskelkörperchen (*e*) in ihrer Peripherie

enthaltend. Dazwischen kommt spärliches Bindegewebe, die Strasse für Gefässe (*d*) und Nerven, vor. Bei opulenter Ernährung kann jenes Fettzellen (*c*) entwickeln.

Eine wechselnde Anzahl der Muskelfäden vereinigt sich zu 0,5—1 mm messenden Bündeln, welche durch reichlicheres Bindegewebe von der Nachbarschaft sich absetzen. Derartige primäre Bündel treten dann zu sekundären zusammen. Die bindegewebige Umhüllung des ganzen Muskels trägt den Namen des *Perimysium externum* im Gegensatz zum *P. internum*, der inneren Verbindungsmasse zwischen Fäden und Bündeln.

Auch glatte Muskeln zeigen bündelartige Gruppirung.

Wir kommen ferner zur Sehnenverbindung. Das letztere Gewebe haben wir schon oben Seite 66 geschildert.

Bei geradlinigem Absatz (Fig. 81) schien früher die Fleischmasse (*a*) in das Sehnenbündel (*b*) unmittelbar überzugehen; nicht so aber bei schiefer Insertion, wo ein abgesetztes Muskelende sich herausstellte.

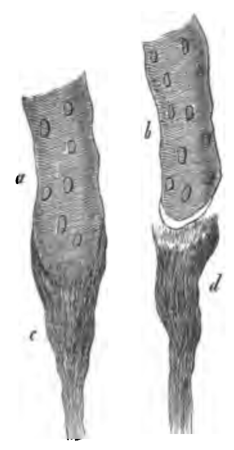


Fig. 90. Zwei Muskelfäden (*a. b.*) nach Behandlung mit Kalilauge. Der eine noch in Verbindung mit dem Sehnenbündel (*c*), der andere von demselben (*d*) abgelöst.

Durch starke Kalilauge gewann Weismann hier zuerst überzeugende Bilder (Fig. 90). Das Ende des Muskelfadens, bald rundlich, bald zugespitzt, bald unregelmässig gestaltet, wird stets vom Sarkolemm überzogen (*b*). Mit entsprechender Grube (*c. d*) setzt sich das Sehnenbündel an. Das Ganze ist durch eine Kittsubstanz im Leben auf das Festeste verbunden.

Die Muskelfäden haben verschiedene, doch 4 cm (nach Krause) nicht überschreitende Länge. Sie enden daher vielfach weit von den Enden des Gesammtmuskels im Innern desselben unter Zuspitzungen.

Der Muskelfaden besteht aus verschiedenen Eiweisskörpern. *Sarcous elements*, Quer- und Längsbindemittel werden von modi-

fizirten Gliedern jener uns noch so unbekannten Substanzgruppe hergestellt. Der Wassergehalt ist übrigens entsprechend der Weichheit des Gewebes beträchtlich.

Wir wenden uns endlich zur embryonalen Entwicklung unseres Gewebes.

Die Elemente der glatten Muskeln stellen gewöhnlich nichts anderes als zu Spindeln ausgewachsene Zellen (Fig. 80) mit nachträglich fibrillär umgewandeltem Zellenkörper dar.

In andern Fällen sind sie verzweigt. Sie gehen unserer schon vor Jahren ausgesprochenen Ansicht nach vielfach aus bindegewebigen Zellen hervor. Zwischen beiderlei Gebilden herrscht keine Grenze (Flemming, Waldeyer).

Die rundlichen oder ovalen Bildungszellen (*a. b*) vertauschen eben einfach ihr Protoplasma mit der fibrillären Fleischmasse, die Kerne gewinnen die Stäbchenform, und eine Hülle kommt überhaupt nicht zur Ausbildung.

Schon früher (Fig. 28) berührten wir kurz die Entstehung des quergestreiften Fadens. Nach dem Vorgange Schwann's hatte man jenen früher aus der Verschmelzung und Umwandlung reihenweise angeordneter Bildungszellen entstehen lassen. Für die Herzmuskeln kommt, wie wir bereits gesehen haben, in der That etwas derartiges vor; nicht so aber bei der übrigen willkürlichen Muskulatur. Das Element ist hier eine einzige Zelle, welche allerdings eine weit ausgedehntere Umwandlung erleidet, als die kontraktile Faserzelle des glatten Gewebes.

Bei kleinen Embryonen gewinnt man dünne (0,0045—0,0068 mm), aber lange (0,28—0,38 mm betragende) Spindeln mit einem oder zwei bläschenförmigen Kernen und in der Mitte beginnender Querlinienbildung, d. h. mit Umwandlung zu *Sarcous elements*. Unter Kernvermehrung nimmt das Gebilde nicht allein an Länge, sondern auch an Dicke zu. Die Querstreifung schreitet nach den Enden vor, lässt aber den Axentheil noch frei. Hier treffen wir noch immer das alte Protoplasma. Später jedoch, nachdem auch die Längszeichnung hervorgetreten, ist jenes Proto-

plasma verschwunden, mit Ausnahme geringer Reste, welche die Kerne umhüllen und so das Muskelkörperchen herstellen. Zuletzt finden wir bei Säugethier und Menschen letzteres Gebilde gegen die Peripherie geschoben.

Wir können also im Gegensatze zum glatten Element den quergestreiften, willkürlich arbeitenden Faden als vielkernige Muskelzelle bezeichnen.

Schon oben S. 95 haben wir das Sarkolemm des quergestreiften Fadens als eine vom benachbarten Bindegewebe gelieferte homogene Grenzschicht erklärt. Doch stimmen nicht alle Forscher unserer Ansicht bei.

Die Muskelfäden des Neugeborenen sind noch mehrfach feiner als die des Erwachsenen. Die nachträgliche Dickenzunahme erklärt zu einem guten Theil das Wachsthum des Muskels in die Quere. Indessen neue Fasern entwickeln sich hier noch nachträglich (BUDGE). Freilich das ist neuerdings bestritten worden.

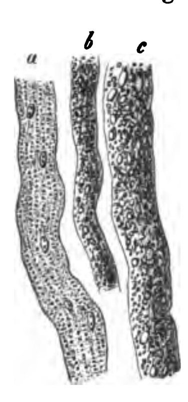


Fig. 91. Fettig degenerirte Muskelfäden des Menschen. *a* Geringerer, *b* hoher, *c* höchster Grad.

WEISMANN beobachtete, wie Froschmuskeln unter gewaltiger Kernvermehrung sich der Länge nach theilen. Man sieht alsdann förmliche Kernsäulen nebeneinander absteigen. Dann zerspaltet sich der Faden; aus einem werden zwei, welche hinterher durch Dickenwachsthum den normalen Quermesser gewinnen. Die beiden Theilungssprösslinge können nachträglich denselben Spaltungsprozess wiederholen. Aus einem Muskelfaden vermag demgemäss schliesslich eine ganze Fadengruppe zu werden. Man überzeugt sich leicht von dem schönen Funde des trefflichen Forschers.

Unter den Untergangsformen unseres Gewebes ist die Fettdegeneration die häufigste (Fig. 91).

Neunte Vorlesung.

Die Gefässe der Blutbahn.

Man kann eigentlich nicht von einem Gefässgewebe sprechen. Nur die innerste Lage besteht aus einer einfachen Schicht innig verkitteter endothelialer Zellen. Dieses Stratum ist das ursprüngliche; es bildet das einfachste, feinste Gefässrohr.

Alle übrigen Schichten dagegen, welche in weiterer Auflagerung die Gefässwand verstärken — und sie beginnen schon sehr bald — gehören Geweben an, welche wir bereits erörtert haben; sie bestehen nämlich aus bindegewebigen und elastischen Massen sowie aus Lagen glatter Muskulatur.

Bekanntlich leitet das Blut vom Herzen weg mit gewaltiger Verästelung das System der Arterien. Die Rückbeförderung ist den nicht minder verzweigten Venen übermittelt. Zwischen beide schiebt sich — allerdings ohne schärfere Grenze — der physiologisch wichtigste Theil der Bahn, der Bezirk der Kapillaren oder Haargefässe ein. Sie vermitteln die Ernährung der Organe und Gewebe, sowie die Absonderung der Drüsen.

Die feinsten Haargefässe — sie kommen jedoch keineswegs allen Körpertheilen zu — haben ein Kaliber, gerade noch ausreichend, um die Blutzellen, eine hinter der anderen, oft noch mit einer gewissen seitlichen Kompression, passiren zu lassen. Ihr Lumen kann daher für den Menschen auf 0,0045—0,0068 mm angenommen werden. In anderen Körpertheilen bieten die feinsten Kapillaren jedoch das Doppelte jenes Quermessers dar.

Ohne passende Reagentien behandelt, erscheint ihr Bau ausserordentlich einfach (Fig. 92. 1). Eine wasserhelle, struktur-

lose dehnbare und elastische Membran enthält, von Strecke zu Strecke eingebettet, rundliche oder längsovale Kerne (mit Kernkörperchen) von 0,0056—0,0074 mm. In den feinsten Haargefässen (*a*) liegen die Kerne in einfacher Weise hinter einander; in etwas weiteren (*b*) beginnt eine alternirende Stellung Platz zu greifen.

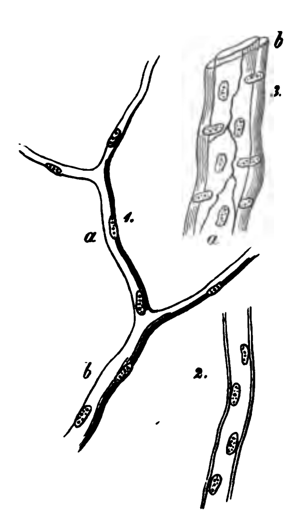


Fig. 92. 1. Haargefäss mit dünner Wand und den Kernen *a* und *b*; 2. Kapillare mit doppelt begrenzter Wandung; 3. kleine Arterie mit der Endothellage *a* und der Mittelschicht *b*.

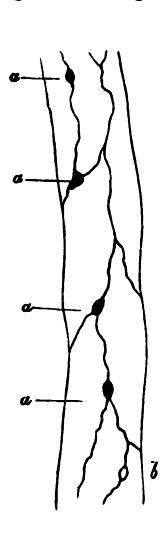
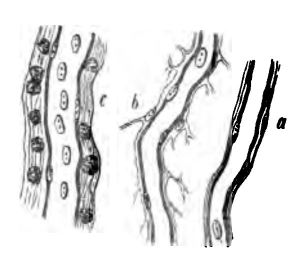


Fig. 93. Kapillare aus dem Mesenterium des Frosches. Bei *a* und *b* kleine Oeffnungen, »Stomata«.

Treiben wir jedoch einen Strom verdünnter Höllensteinlösung durch unser Haargefäss, so erscheint es jetzt aus den Fig. 22 abgebildeten dünnen Platten und gekrümmten kernführenden Endothel- oder Gefässzellen zusammengesetzt. Bei starken Vergrösserungen (Fig. 93) erkennt man streckenweise zwischen den Endothelien grössere und kleinere, meist rundliche dunkele Körperchen (*a a*) oder helle kreisartige Zeichnungen (*b*). Es liegen hier kleine Oeffnungen vor, durch welche die Lymphoidzellen mit ihrer vitalen Ortsbewegung (S. 10) aktiv austreten und auch die farbigen Elemente des Blutes passiv ausgepresst werden (S. 33). Erstere wunderbare Emigration kennt man seit Jahren (A. Waller, Cohnheim).

Bei anderen Haargefässen (Fig. 92, 2) wird die Wandung von doppelter Linie eingegrenzt.

Häufiger sind Kapillaren, wo das Endothelrohr von einer Bindegewebeschicht, einer sogenannten *Adventitia capillaris*, umgeben wird. Letztere ist mit aller Sicherheit die erste Anlage jener Schicht, welche mit steigender Komplikation als äusserste, als Adventitia, allen grösseren Gefässen zukommt. Wir treffen hier anfänglich entweder gewöhnliches Bindegewebe, freilich auf früherer Stufe stehen gebliebenes, mit längsgerichteten Kernen und Zellenresten; oder wenn es sich um Kapillaren lymphoider Organe handelt (Fig. 94, *b*), so hat in zierlicher Weise die retikuläre Bindesubstanz über das Endothelrohr sich ausgebreitet, und das Haargefäss ist von jenem Zellennetz ausgespannt gehalten, wie die Stickerei im Rahmen.



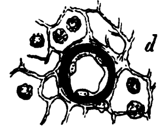


Fig. 94. Haargefässe und feine Stämmchen des Säugethiers. *a* Kapillargefäss aus dem Gehirn; *b* von einer Lymphdrüse; *c* ein etwas stärkeres Stämmchen mit einer Lymphscheide aus dem Dünndarm, und *d* Querschnitt einer kleinen Arterie eines Lymphknotens.

Gehen wir jetzt zu etwas stärkeren Stämmen über, so kommen hier mancherlei Variationen des Baues vor. Sie fallen theils mit der Natur der Gefässe, ob Arterien- oder Venenzweigchen, zusammen, theils sind sie auch mehr individueller oder lokaler Beschaffenheit.

Häufig, wenn wir den Kapillarbezirk gegen die arteriellen Röhren hin verfolgen, gewahren wir Stämmchen, wo um das Endothelrohr (Fig. 92, 3 *a*) eine äussere Lage, durch querstehende Kerne auffallend, getroffen wird (*b*). Letztere stellt im ersten Anfange die muskulöse Mittelschicht oder Tunica media der Gefässe her. Ein ähnlich starker Venenzweig pflegt statt letzterer Lage eine bindegewebige Adventitia zu führen. Doch sie kommt, über die Muskelschicht ausgebreitet, indessen auch feinen Arterienzweigen oftmals genug zu.

Nehmen wir ein arterielles Stämmchen nach Art unserer Fig. 95. Das Endothelrohr ist hier nicht gezeichnet. Letzteres erscheint uns auch bei analogen Venen je nach der Blutfülle und dem dadurch bedingten Druck auf die Gefässwandung bald niedriger, bald höher (RENAUT). Diesem aufliegend, somit als innerste Schicht unseres Bildes, erkennen wir bei *b* eine homogene, längsstreifige elastische Haut, die *Tunica serosa* der älteren Anatomie. Umgeben wird dieselbe von einer Lage querlaufender kontraktiler Faserzellen bei *c*. Die bindegewebige Lage *d* mit längsgerichteten Zellen macht den Beschluss. Sie kann unter Umständen vielfach dicker sein als in unserm Bilde.

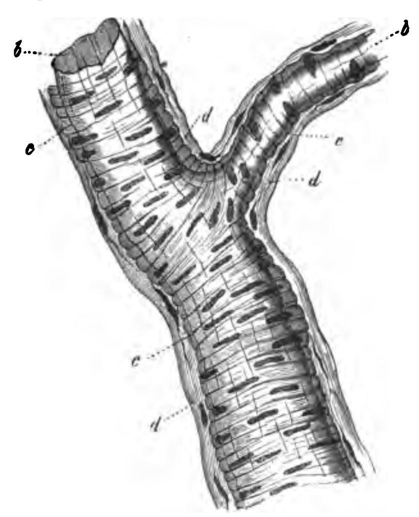


Fig. 95. Ein arterielles Stämmchen. Bei *b* die homogene, kernlose Innenschicht; *c* die aus kontraktilen Faserzellen gebildete mittlere; *d* die bindegewebige äussere Lage.

Andere Arterienstämmchen zeigen die Muskelschicht aus mehreren über einander gebetteten Lagen der Faserzellen hergestellt, so Fig. 94 *d*, wo die Adventitia wieder von retikulärer Bindesubstanz geformt ist.

Grössere Stämme können zuletzt nicht mehr in ihrer Totalität unter dem Mikroskop übersehen werden. Man muss also die verschiedenen Schichten abpräparirt im Einzelnen untersuchen, oder durch die erhärteten Wandungen longitudinale und transversale Schnitte anfertigen.

Die weiteren Wandlungen, von den sich zunächst anreihenden bis zu den entferntesten der grössten Blutgefässe, bestehen nun in Folgendem: Das Endothelrohr bleibt einschichtig; die äusserste Lage, die bindegewebige Adventitia, bleibt es auch: doch nimmt sie an Dicke zu, die Bindegewebebündel werden deutlicher, und elastische Fasernetze treten, namentlich bei Arterien, mehr

und mehr auf. Die beiden mittleren Lagen, die Serosa und Media, beginnen sich dagegen zu schichten; jede derselben besteht aus einer zunehmenden Anzahl über einander gebetteter Lagen. Die wachsende Dicke der Gefässwand beruht darauf. Die innere Schichtungsgruppe behält in ihren membranösen Lagen wesentlich die Natur des elastischen Gewebes bei, und bietet die verschiedenartigsten Erscheinungsformen desselben unter longitudinaler Anordnung dar. Die mittlere Gruppe verwandelt sich in ein System alternirender Lagen des elastischen Gewebes und der glatten Muskulatur, beide mit querem Verlauf, oder auch des Bindegewebes. Die *Tunica media* bleibt bei Venen, welche im Uebrigen in ihrem Aufbau bedeutende Verschiedenheiten darbieten, weit schwächer als bei ähnlich grossen Arterien, so dass die Wand ersterer Gefässe dadurch dünner ausfällt. Die Endothelzellen der Arterien erscheinen ferner als schmale lanzettförmige Plättchen; diejenigen venöser Gefässe sind kürzer und breiter (S. 35).

Nehmen wir eine kleine Vene von etwa 0,25 mm Kaliber, so folgt auf das Epithel eine mit feinen elastischen Längsnetzen versehene Serosa. Die Mittellage wird durch einige Muskellagen mit dazwischen befindlichen elastischen Netzen und bindegewebigen Schichten hergestellt. Die Adventitia zeigt längslaufendes Bindegewebe und ein Kontingent elastischer Fasern.

Anders das Bild in mittelstarken Venen. Hier ist die Serosa zu einer Schichtungsgruppe geworden. Homogenen oder streifigen Lagen mit längsgerichteten Spindelzellen, elastischen Häuten oder Längsnetzen begegnen wir nunmehr. Ja sogar die Elemente der glatten Muskulatur können schon in dieser inneren Schichtungsgruppe enthalten sein. Die Mittellagen bestehen aus querlaufendem Bindegewebe mit ebenso gerichteten elastischen Netzen und aus glatter Muskulatur. Doch treten auch hier einzelne elastische Schichten mit Längsfasern auf. Die Adventitia ist die gewöhnliche. Indessen auch sie kann kontraktile Faserzellen beherbergen.

Die grössten Venen besitzen eine ähnliche (doch der glatten Muskulatur entbehrende) Serosa, während die Media unentwickelt

bleibt, ja fehlen kann. Sie zeigt spärliche muskulöse Elemente, durchsetzt von querem Bindegewebe. Elastische Längsfasernetze haben sich hier ebenfalls erhalten. In der derben Adventitia mancher Venen begegnet man nach einwärts einer starken Längsmuskulatur, so namentlich derjenigen des schwangeren Uterus, während die Blutleiter der *Dura mater* ganz muskellos sich ergeben.

Nehmen wir kleinere Arterien, so bleiben Serosa und Adventitia ziemlich unverändert. Doch kommen in ersterer netzartig durchbrochene elastische Lagen, sogenannte »gefensterte Membranen« oder freie elastische Längsnetze häufig vor; die Media bietet mehrere über einander gebettete Schichten quergerichteter Muskulatur dar, und in der fibrillären Aussenschicht entwickelt sich ebenfalls ein elastisches Netz.

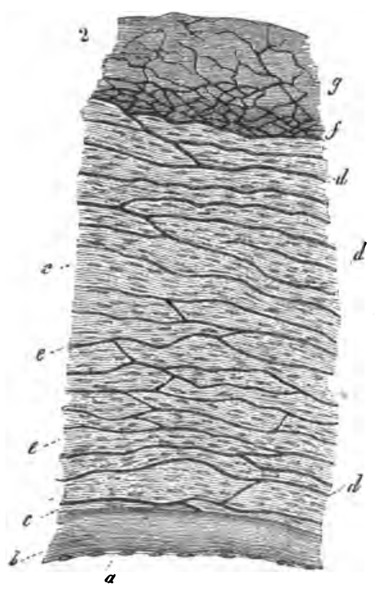


Fig. 96. Eine grosse Arterie, Querschnitt durch die Wand. *a* Endothel; *b* Serosa; *c* Aussenlage derselben; *d* elastische, *e* muskulöse Lagen der Media; *g* Adventitia; *f* elastisches Fasernetz der letzteren.

Bei stärkeren Stämmen nimmt die Schichtung der Innen- und Mittellagen zu. Bei letzteren schieben sich jetzt zwischen die muskulösen Lagen elastische Platten mit querer Faserung ein, und das elastische Netz der Adventitia wird mächtiger.

Die grössten Arterien (Fig. 96) zeigen unter dem Endothel (*a*) stark geschichtet die Gruppe der inneren Gefässhaut (*b*). Die einzelnen Lamellen in wechselnder Textur bieten die ganze Mannigfaltigkeit des elastischen Gewebes dar. Ja nach einwärts, gegen den Endothelüberzug hin, kann man auf mehr homogene oder mehr streifige Lagen stossen mit über einander gebetteten Zellnetzen (Langhans, von Ebner).

In der mittleren Schichtungsgruppe tritt der häutige Charakter der elastischen Fasernetze (*d*) mehr und mehr hervor. Ihre Fasern können dünner oder stärker sein; die membranöse Verbindungssubstanz vermag ganz oder durchlöchert zu erscheinen. Die Zahl dieser elastischen Lagen kann sich auf 30, 40, 50 und mehr erheben. Die Muskulatur der Mittelschicht (*e*) erscheint ungleich entwickelt, häufig gar nicht besonders. Die Richtung der Fasern ist keineswegs eine ausschliesslich quere. In den Aussentheilen der Media tritt fibrilläres Bindegewebe auf (Schultze, von Ebner). In der Adventitia endlich (*g*), wo muskulöse Elemente ebenfalls vorkommen können, gewinnt nach einwärts das elastische Fasernetz (*f*) bei grösseren Säugethieren eine ganz gewaltige Entfaltung.

Die Klappen der Gefässe bestehen aus Bindegewebe mit elastischen Zumischungen und dem Endothelüberzuge.

Vasa vasorum nennt man die Haargefässe, welche, in Mittel- und Aussenschicht starker Stämme vorkommend, der Gefässwand das Ernährungsmaterial liefern.

Auch lymphatisehe Bahnen finden sich in den Wandungen grosser Gefässe (G. und F. Hoggan).

Die Gefässnerven endigen an der Muskulatur der Media.

Wir gehen über zur Anordnung der Haargefässe im menschlichen Körper.

Man weiss, dass sie nicht überall vorkommen. So bleiben gefässlos die Epithelialgebilde mit der Krystalllinse, die Cornea des Auges und die permanenten Knorpel.

Eine Eigenthümlichkeit des Haargefässbezirks beruht darin, dass die Röhren durch Abgabe der Aeste nicht mehr in auffallendem Grade sich verengern, und dass durch Zusammentreffen der Zweige Netze von mehr regelmässiger und häufig höchst bezeichnender Form entstehen.

Der Quermesser der Kapillaren (s. oben) ist für die einzelnen Körpertheile des Menschen keineswegs derselbe. Die feinsten von 0,0068—0,0065 mm und weniger zeigen Gehirn und Retina. Etwas

stärkere mit 0,0074 mm führt der Muskel. Abermals nimmt das Kaliber in Etwas zu an denjenigen des Bindegewebes, der äusseren Haut und der Schleimhäute. Weiter gestaltet sich das Lumen noch bei den Kapillaren der meisten Drüsen, wie der Leber, der Nieren und Lungen. Wir erhalten hier 0,0099—0,0135 mm Quermesser. Die ansehnlichsten endlich, 0,0226 mm stark, zeigt das Knochenmark. — Dass bei grösseren Blutkörperchen auch die feinsten Haargefässe des Thiers ansehnlichere Kaliber besitzen, braucht kaum bemerkt zu werden.

Die Haargefässe kommen bald reichlicher, bald spärlicher in einem Körpertheile vor. Die Grösse der von ihren Netzen eingegrenzten Gewebestücke fällt demgemäss

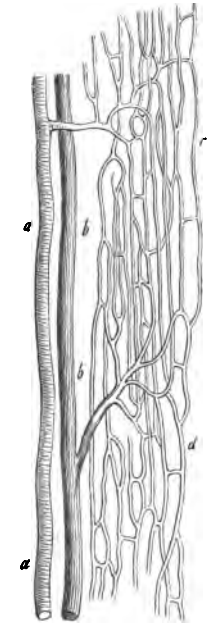


Fig. 97. Gefässnetz eines quergestreifigen Muskels. *a* Arterielles Gefäss; *b* venöses; *c. d* das Kapillarnetz.

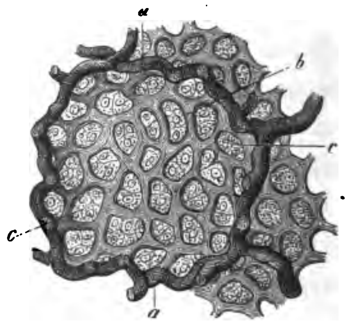


Fig. 98. Ein Lungenbläschen des Kalbs. *a* Grössere Blutgefässe, welche in den Scheidewänden der Alveolen verlaufen; *b* Kapillarnetz; *c* Epithelialzellen.

sehr wechselnd aus, klein in den blutreichen, gross in den blutarmen Theilen. Erstere haben einen energischen, letztere einen trägen Umsatz der Stoffe. Ungemein blutreich erscheint die Lunge (Fig. 98). Ihr zur Athmung dienendes Haargefässnetz ist das dichteste des Organismus. Die ächten Drüsen nähern sich an. Sehr blutarm ergeben sich die fibrösen Häute, die Sehnen, das Neurilemm.

Die Form der Kapillarnetze wird bedingt durch die Gestalt der zu umspinnenden Theile, durch die Beschaffenheit der einzelnen Formelemente oder ihrer Gruppirungen.

Wir haben einmal das sogenannte gestreckte Kapillarnetz. Ein quergestreifter Muskel (Fig. 97) kann uns das versinnlichen. Die einzelnen Fäden werden von jenen ungemein verlängerten Maschen (*c d*) umgeben. Auch die unwillkürliche, glatte Muskulatur besitzt das gleiche Kapillarnetz. Hier aber, bei der Dünne der Elemente, tritt ein Faserbündel an die Stelle des quergestreiften Fadens.

Andere Theile mit verlängerten Elementen, z. B. die Magenmukose mit ihren langen dünnen Schlauchdrüsen, zeigen ein ähnliches gestrecktes Maschennetz.

Wir kennen von Fig. 51 her die Fettzellen, grosse rundliche Gebilde. Ihr Haargefässnetz, damit in Uebereinstimmung stehend, formt rundliche Maschen (Fig. 99), welche eine gewisse Selbstständigkeit gegenüber benachbarten Kapillaren behaupten. Das Arterienästchen (*a*) und der kleine Venenzweig eines Häufchens dieser Fettzellen (*b*) treten uns deutlich entgegen.

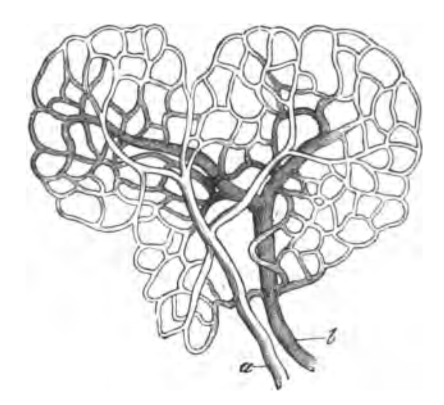


Fig. 99. Gefässe der Fettzellen. Das Arterien- (*a*) und Venenstämmchen (*b*) mit dem rundlichen Kapillarnetz eines Fetttraubchens.

Wir werden später in den Drüsen sehr verbreitete Organe von traubigem Bau kennen lernen. Ein rundliches oder längliches Säckchen, ein sogenannter Acinus, umschliesst ein Häufchen kleinerer Inhaltszellen. Die Acini werden nun ebenfalls von einem ausgebildeten, ganz ähnlichen runden Maschennetz umsponnen, wie die einzelnen Fettzellen.

Ein hübsches, sehr bezeichnendes Anordnungsverhältniss bieten die Kapillaren der Leber dar (Fig. 100). Die Leber — wir kommen auf sie ausführlicher in dem Folgenden zurück — zerfällt in sogenannte Läppchen, in Ansammlungen radiär gerichteter

Zellen. Das mächtig entwickelte Haargefässsystem hält dieselbe Anordnung ein. Es ist letztere eine rundlich-strahlige.

Die Lederhaut des Menschen springt in mikroskopisch kleinen Papillen vor, welche das dicke Epithel (S. 38) mit glatter Oberfläche umhüllt. Der grösste Theil dieser Papillen enthält ein Haargefäss, das an der einen Seite emporsteigt, auf der Papillenhöhe umbiegt, um an der entgegengesetzten Seitenfläche herabzulaufen. Dieses ist die Kapillarschlinge.



Fig. 100. Das Gefässnetz der Kaninchenleber, durchzogen von einem Pfortaderaste.

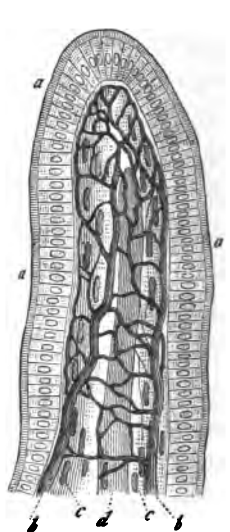


Fig. 101. Eine Darmzotte. *a* Das mit verdicktem Saume versehene Zylinderepithel; *b* das Kapillarnetz; *c* Längslagen glatter Muskelfasern; *d* das in der Axe befindliche Chylusgefäss.

Grössere Papillen kommen manchen Schleimhäuten zu; so dem Zungenrücken als sogenannte Geschmackswärzchen, dem ganzen Dünndarm als Darmzotten, um Anderes zu übergehen. Hier, bei der massenhafteren Darmzotte (Fig. 101), genügt die einfache Haargefässschleife nicht mehr. Zwischen sie schieben sich verbindende Kapillaren und Kapillarnetze ein. Es entsteht so das Schlingennetz.

Eine ganz eigenthümliche Bildung zeigt die Rindenschicht der Niere in dem sogenannten Glomerulus oder Gefässknauel (Fig. 102).

Ein mikroskopischer Arterienzweig (nach rechts) zertheilt sich und jeder Ast bildet ein Konvolut dicht gedrängter Kapillaren.

Diese Stücke mit ausführenden Kanälen treten zuletzt wieder zu einem einzigen wegleitenden Gefässrohr zusammen. Man spricht also hier von einem zuführenden Gefäss (*Vas afferens*) und einem abführenden (*Vas efferens*). Aus letzterem entsteht weiter abwärts erst die eigentliche kapillare Netzbildung.



Fig. 102. Glomerulus der Schweinsniere.

Um Haargefässe zu studiren, muss man sie von stärkeren Stämmen aus mit transparent (durch Karmin oder Berlinerblau) gefärbter Gelatine bei erhöhter Wärme injiziren. Undurchsichtige körnige Farben (Zinnober, Bleiweiss, Chromgelb) waren die unvollkommneren Hülfsmittel einer früheren Epoche. Man wendet sie zur Stunde wenig mehr an. Auch andere Träger des Farbestoffes, harzige, wachsige Massen oder ätherische Oele kommen höchstens noch einmal hier und da für ganz besondere Zwecke zur Benützung.

Die embryonale Entstehung der Gefässe ist noch immer mit manchen Dunkelheiten verknüpft.

Das Herz, eine Produktion des mittleren Keimblattes, legt sich sehr frühzeitig an, und tritt sogleich in Thätigkeit. Es ist von Anfang an hohl, und dieselbe Beschaffenheit scheinen die grossen angrenzenden Blutgefässe ebenfalls zu besitzen.

Fragt es sich aber um die näheren Einzelheiten dieses Vorganges, so müssen wir unser gegenwärtiges Wissen als ein wenig befriedigendes bezeichnen.

Nach Klein werden die ersten grossen Gefässe des Hühnerembryo von Zellen des mittleren Keimblattes gebildet. Der Inhalt letzterer verflüssigt sich bald. Den vergrösserten und verwässerten Zellenkörper umhüllt nunmehr eine Protoplasmaschale mit dem ursprünglichen Kern. Von solchen Zellen werden die erste Gefässwand, das Endothelrohr, ebenso die ersten Blutkörperchen, abgeleitet. — Die Zelle, behauptet man, schwelle nämlich unter Kernvermehrung an und, indem jene Kerne hinterher eine regel-

mässige Stellung annehmen, werde jener Protoplasmamantel zuletzt in platte Endothelzellen zertrennt. Von jener endothelialen Wandung lässt man ebenfalls durch Abschnürung die ersten Blutkörperchen hervorgehen. Doch soll auch noch eine andere Entstehung stattfinden.

Die erste Gefässwand und die ersten Blutkörperchen würden also ihren Ursprung aus der nämlichen Zelle ableiten.

Wir führen hierzu noch die wichtige Thatsache an, dass erst nachträglich die primäre Gefässwand von Höllensteinlösung in die bekannten Endothelzellen zerlegt wird.



Fig. 103. Entwicklung feinerer Haargefässe im Schwanz der Froschlarve. *p. p* Protoplasma-Sprossen und -Stränge.

Durch Auflagerung kommt es dann sekundär zur Bildung der ferneren äusseren Gefässschichten, einer Serosa, Media und Adventitia. Indessen auch hier fehlt es noch sehr an genauen Beobachtungen.

Haargefässe — wir nehmen ursprünglich ein homogenes, kernführendes Protoplasmarohr an — sind frühzeitig vorhanden. Sie zeigen bald weitere Umwandlungen. Schön erkennt man diese im durchsichtigen Schwanz der Froschlarve (Fig. 103). Der Prozess ist eine Art von Sprossenbildung.

Von den Wandungen bereits fertiger benachbarter Kapillaren

wird nämlich ein zur selbständigen Weiterentwicklung befähigtes Protoplasma in Gestalt konischer Spitzen geliefert (Fig. 103. 1. 2. *p. p*). Durch Zusammenfliessen (2) wandeln sich letztere in anfänglich solide Stränge um. Schmilzt dann der Axentheil des mittlerweile erweiterten Stranges ein, so erhalten wir die Protoplasmaröhre (3. *p*). Bei weiterer Umwandlung letzterer scheint es zur Bildung neuer Kerne zu kommen. Zuletzt wird von der protoplasmatischen Wandung und der jungen Nuklearformation das endothele Rohr hergestellt.

Auch die abnorme Neubildung der Gefässe im späteren Leben gehorcht dem alten embryonalen Gesetze.

Zehnte Vorlesung.

Die Lymphwege und die Lymphknoten.

Was man unter Lymphe versteht, haben wir schon in unserer zweiten Vorlesung (S. 32) erwähnt. Es war das durch die Kapillarwandungen ausgetretene Blutplasma, welches gelöste ernährende Bestandtheile an das Gewebe abgegeben und Zersetzungsprodukte des letzteren im Austausch aufgenommen hatte. Schon damals erwähnten wir, dass diese ununterbrochen vom Blutstrom gelieferte Flüssigkeit nothwendigerweise zur Abfuhr kommen müsse. Die hierzu dienende Einrichtung müssen wir jetzt aber erörtern.

Indessen wir wollen den umgekehrten Weg wie in der vorigen Vorlesung gehen. Denn die grossen und mittleren Abflussröhren der Lymphe sind genauer bekannt, während über die feinen und feinsten Anfänge noch mancherlei Unsicherheiten des Wissens herrschen.

Beginnen wir mit dem *Ductus thoracicus*, dem letzten grossen Abflussrohr der Lymphbahn, so treffen wir hier eine der Venenwandung entsprechende Beschaffenheit.

Das Endothelrohr umgeben als Serosa Schichten streifiger Substanz und dann ein Netzwerk längslaufender elastischer Fasern. Als Mittelschicht erhalten wir zunächst vertikal ziehendes Bindegewebe und dann quere Muskulatur. Die Adventitia zeigt noch Reste des letzteren Gewebes. An Klappen fehlt es schon hier, wie später in den feineren Lymphgefässen nicht.

Steigen wir zu letzteren herab, so dürfte die Schichtung wie in den Venen sich vereinfachen. Doch bedürfen wir hier noch genauerer Studien. An Stämmchen von 0,2—0,3 mm hat man noch die bezeichnenden vier Gefässschichten vorgefunden.

Allmählich verlieren sich Adventitia, Media und Serosa, und wir behalten allein noch das endotheliale Rohr mit ähnlichen Zellen wie in der Blutbahn übrig. Auch hier begegnen wir noch Klappen und vereinzelten knoten- oder ampullenartigen Anschwellungen. Derartige Gefässe bleiben von der Nachbarschaft zunächst noch deutlich abgegrenzt. Das Verhalten jener Gänge zu den Blutgefässen ist ein sehr verschiedenes. Meistens ziehen beiderlei Gefässe nur neben einander hin. Gar nicht selten ist ein arterieller Zweig von einem Paare lymphatischer Kanäle begleitet. Man kann alsdann leicht einen Irrthum begehen, nämlich annehmen, der Blutstrom sei vom lymphatischen umscheidet. Doch kommt letzteres Verhältniss in Wirklichkeit ebenfalls vor (Fig. 106 *e*), wenn auch viel seltener, als Manche annehmen.

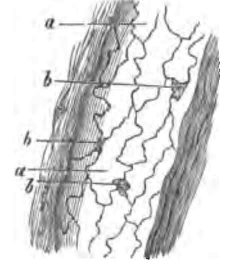


Fig. 104. Lymphkanal aus dem Dickdarm des Meerschweinchens. *a* Gefässzellen; *b* Lücken zwischen denselben.

Zuletzt jedoch ändert sich das Ansehen der Lymphgefässe; die Aussenfläche unserer Gefässzellen ist nunmehr mit dem umgebenden Gewebe fest verwachsen — es entsteht also bei ersterer Betrachtung somit der Eindruck einer Lücke und Spalte. Derartig haben wir das Ding früher allgemein betrachtet, bis uns die Anwendung der verdünnten Höllensteinlösung die Augen öffnete (Fig. 104 *a*).

Zur Erforschung der feinsten letzten Lymphwege sind künstliche Injektionen natürlich abermals erforderlich; ja in noch höherem Grade als bei den Haargefässen der Blutbahn, wo unter günstigen Umständen die rothen Blutkörperchen die feinen Röhren gefärbt heraustreten lassen. Die Lymphe, eine farblose, zellenarme Flüssigkeit, thut dies bekanntlich nicht, und nur die fettüberladenen Chylusgefässe heben sich ohne Weiteres zeitweise deutlich hervor.

Allein die Lymphgefässe besitzen bekanntlich kein, einer Arterie vergleichbares Zuflussrohr; sie zeigen eben nur einen Kapillarbezirk und wegleitende, den Venen vergleichbare Kanäle. Letztere nach abwärts zu erfüllen, verbietet fast ausnahmslos der Klappenwiderstand. Es ist ein Verdienst eines der ersten Anatomen der Gegenwart, HYRTL's, hier eine sehr einfache und dabei höchst wirkungsreiche Methode der Injektion entdeckt zu haben. Wir meinen sein »Einstichsverfahren«.

Man dringt nämlich vorsichtig mit feiner Kanülespitze in ein Gewebe ein, in welchem man lymphatische Bahnen vermuthet, und man versucht in schonendster Weise langsam die Erfüllung einer verletzten lymphatischen Leitung. Freilich vieles verunglückt unausbleiblich, — doch, Uebung macht den Meister — und man kommt mit Geduld und Ausdauer schliesslich zum Ziele. Das hat, um von Andern zu schweigen, TEICHMANN's schönes Werk über die Lymphgefässe gelehrt.

Beginnen wir zunächst mit den Chyluswegen, welche am Ende einer reichlichen Verdauung durch ihren fettreichen Inhalt als dunkle Gänge hervortreten.

In der Darmzotte (Fig. 101) liegt, die Axe einnehmend, ein blindsackiger Gang (*d*) umgeben vom Schlingennetz der Haargefässe (*bb*). Sein Quermesser beträgt 0,0187—0,0282 mm. Bei erster flüchtiger Betrachtung ist es eine Lakune; bei genauerem Zusehen erkennt man hier wie anderwärts die aus platten verkitteten Endothelzellen geformte dünne Wandung.

Das eben erwähnte Verhalten bezeichnet auch die übrige Lymphbahn. Die Gänge der letzteren sind unregelmässiger, zackiger und weiter, sowie mehr nach innen gelegen. Sie werden wiederum umgeben von den äusserlichen, viel feineren und regelmässigeren Kapillarnetzen des Blutstroms.

Gehen wir jetzt von den Darmzotten weiter nach abwärts, untersuchen wir nun, an der Hand künstlicher Füllung, den unteren flächenhaften Theil der Dünndarmschleimhaut, in welchen jene blindsackigen Chyluskanäle der Darmzotten sich einsenken.

Sehen wir zunächst nach Fig. 105. Hier, in Lymphoidzellen führendem Bindegewebe (*a*), entdecken wir die Querschnitte von Blutgefässen (*e f g*) und von Drüsen (*d* und *c*). Dann fesselt eine oblonge Spalte (*b*) unsere Aufmerksamkeit. Es ist ein lymphatischer, von Endothel hergestellter Gang.

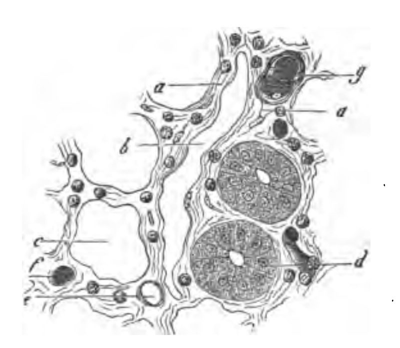


Fig. 105. Querschnitt durch die Dünndarmschleimhaut des Kaninchens (nahe der Oberfläche). *a* Die retikuläre, Lymphoidzellen beherbergende Bindesubstanz; *b* Lymphkanal; *c* Querschnitt einer *Lieberkühn*'schen Drüse; *d* solche mit den Zellen; *e f g* Blutgefässe.

Unsere drei Zeichnungen Fig. 106, 107 und 108 bringen weitere Darstellungen derartiger lymphatischer Bahnen.

Die blindsackigen Anfänge treten bei den zwei ersten Bildern abermals leicht hervor.

Soweit liegt Alles klar und verständlich. Allein jetzt kommen wir auf ein unsicheres und vielfach streitiges Gebiet.

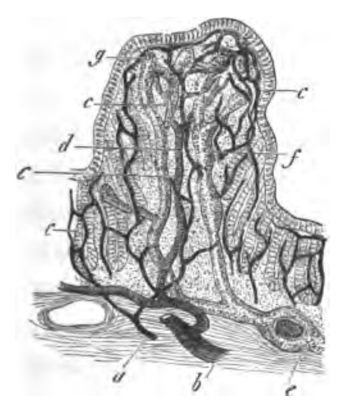


Fig. 106. Eine Kolonpapille des Kaninchens im senkrechten Durchschnitt. *a* Arterielles, *b* venöses Stämmchen der Submukosa; *c* Kapillarnetz; *d* absteigender venöser Zweig; *e* horizontales Lymphgefäss (eine Arterie umscheidend); *f* Lymphkanäle des Axentheils; *g* ihre blindsackigen Anfänge.

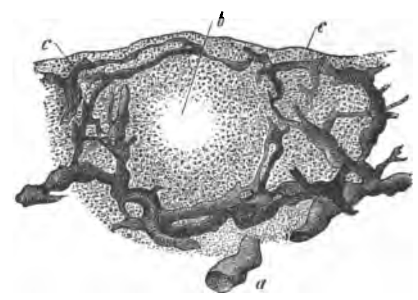


Fig. 107. Sogenannte Trachomdrüse aus der Augenbindehaut des Ochsen mit injizirter Lymphbahn im Vertikalschnitt. *a* Submuköses Lymphgefäss; *c* dessen Ausbreitung zu den Bahnen des Follikels *b*.

Das Bindegewebe, dieses durch den Körper so unendlich verbreitete Ding, ist mit Millionen von Spalten und Lücken durch-

setzt. Sie enthalten ernährende, plasmatische oder lymphatische Flüssigkeit, und bieten wandernde Lymphoidzellen dar. In den serösen Räumen und Säcken tritt uns ein mächtiges lymphatisches Lakunensystem entgegen; doch ist die Menge der Flüssigkeit gering.

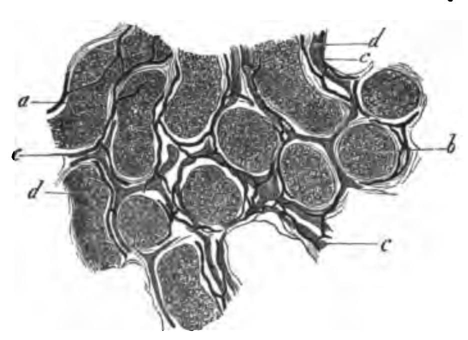


Fig. 108. Aus dem Hoden des Kalbes. Samenkanälchen in mehr seitlicher Ansicht bei *a* und querer bei *b*; *c* Blutgefässe; *d* Lymphwege.

Gehen nun jene letzten lymphatischen, mit Endothel ausgekleideten Gänge in diese bindegewebigen Kanäle kontinuirlich über, und münden erstere in das System seröser Kavernen?

Das sind eben jene Fragen, welche wir nunmehr beantworten sollen. Bleiben wir zunächst einen Augenblick bei letzterem Verhältnisse stehen.

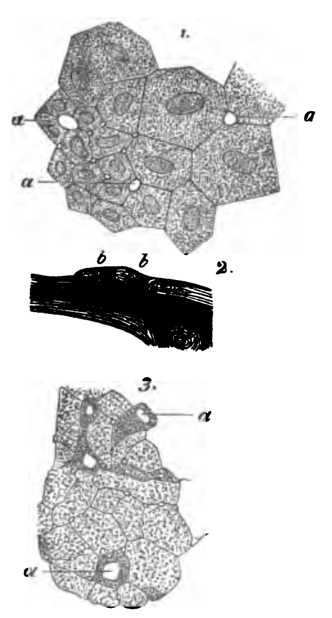


Fig. 109. 1 Epithel der Unterfläche des *Centrum tendineum* vom Kaninchen. *a* Oeffnungen oder Stomata. 2 Epithel des Mittelfelles vom Hunde; *a* Poren. 3 Durchschnitt durch die Pleura des letzteren Thieres; *b* frei mündende kurze seitliche Gänge des Lymphkanals.

Man hat hier seit einigen Jahren eine Kommunikation der Lymphbahn mit dem Hohlraum des serösen Sackes erkannt. Die Namen von Recklinghausen, Ludwig, Dybkowsky, Schweigger-Seidel u. Dogiel verdienen da genannt zu werden. Allein an Widerspruch hat es hinterher auch nicht gefehlt.

Recklinghausen entdeckte an der Unterfläche des *Centrum tendineum* beim Kaninchen (Fig. 109, 1) zwischen dem Epithel nicht unansehnliche, den Durchmesser eines rothen Blut-

körperchens wenigstens übertreffende Oeffnungen (*a*). Er sah, wie Milch- und Farbekügelchen hier eintraten und in die Lymphbahnen des Zwerchfells gelangten. Man fand dann noch kurze seitliche Gänge der Lymphkanäle in jene Oeffnungen ausmündend (2 *b*).

Anders aber gestaltet sich die Frage nach dem Verhältniss der oben erwähnten bindegewebigen Spalträume zum Gefässsystem.

Nach RECKLINGHAUSEN hängen jene Hohlgänge kontinuirlich mit den Lymphgefässen zusammen. Er hat ihnen den Namen der »Saftkanälchen« gegeben, eine Benennung, welche WALDEYER hinterher in »Saftspalten« verändert hat.

Ich bedauere, ersterem Forscher hier widersprechen zu müssen. Die schonende Injektion lehrt nichts der Art. Ich darf dieses nach zahlreichen eigenen Studien sagen — und ich berufe mich noch ausserdem auf die Zeugnisse ausgezeichneter Beobachter in diesem Terrain der Injektionstechnik. Ich nenne nur die Namen von HYRTL, TEICHMANN und LANGER. Allerdings bei übermässigem Druck (im normalen Leben dürfte er niemals erreicht werden) füllen sich jene Spalträume oder Stomata mit der farbigen Masse. Zur Erklärung verweisen wir auf jene kleinen Lücken zwischen den Gefässzellen lymphatischer Bahnen (Fig. 104 *b*). Wir haben sie übermässig ausgedehnt, oder vielleicht auch eine weiche, den Lückenraum erfüllende Masse ausgetrieben.

Aehnlich verhalten sich die normalen Blutgefässe (Fig. 93). Niemand erfüllte bei ihrer vorsichtigen Injektion die »Saftspalten« des Bindegewebes. Niemand konnte einen sicheren direkten Uebergang des Gefässes in jene Gänge zeigen.

Unter abnormen Verhältnissen des lebenden Körpers aber, bei einem blutüberfüllten Gefässrohr, werden auch hier die Stomata permeabel. Nimmt man jetzt die künstliche Injektion der Leiche vor, so dringt, wie VON WINIWARTER und ARNOLD fanden, die farbige Substanz in jene Saftgänge ein.

Letzterer Forscher injizirte nach dem Vorgange THOMA's sogenannten Indigkarmin in die Blutbahn des lebenden Frosches.

Es erfüllten sich nun die Saftspalten als ein System feinster netzförmiger Gänge, sowie stern- und spindelförmiger Figuren in den verschiedensten bindegewebigen Theilen auch im Knorpel und im Innern des quergestreiften Muskelfadens. Im Knochen enthielten die Knochenhöhlen und Kalkkanälchen den Farbestoff. Bei Endothelien und Drüsenzellen färbte sich die Kittsubstanz blau.

Manches bleibt allerdings hier noch zweifelhaft.

Wichtige Bestandtheile des Lymphapparates der Säugethiere stellen die Lymphknoten oder, wie man sie früher weniger gut genannt hat, die Lymphdrüsen dar. Sie unterbrechen den Verlauf der Gefässe ein- oder mehrfach. Man muss jene als eine Hauptbildungsstätte der Lymphoidzellen bezeichnen. In ihnen findet ferner einerege Wechselwirkung zwischen Lymphe und Blut statt.

Ein Lymphknoten kann kugelig, ovoid oder bohnenförmig (Fig. 110) erscheinen. In letzterem Falle bietet er einen sogenannten Hilus deutlich dar. Hat unser Gebilde eine gewisse Grösse erreicht, so senken sich meistens mehrfach einführende Lymphgefässe, *vasa afferentia*, in seine konvexe Oberfläche ein (*ff*). Das ausführende Gefäss am Hilus (*h*) bleibt dabei häufig einfach.

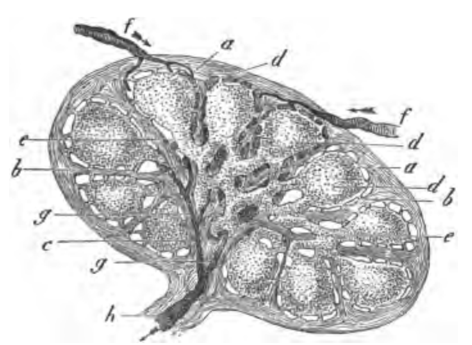


Fig. 110. Durchschnitt einer kleineren Lymphdrüse in halbschematischer Zeichnung mit dem Lymphstrom. *a* Die Hülle; *b* Scheidewände (Septen) zwischen den Follikeln der Rinde (*d*); *c* Septensystem der Markmasse bis zum Hilus des Organs; *e* Lymphröhren des Marks; *f* lymphatische Bahnen, welche die Follikel umziehen und durch das Lückenwerk des Marks sich fortsetzen; *g* Zusammentritt des letzteren zum ausführenden Gefäss (*h*) am Hilus.

Umschlossen wird das Organ von einer bindegewebigen Hülle (Fig. 110 *a*. 111 *f*) mit muskulösenZumischungen. Nach einwärts setzt sich diese Kapsel in ähnlich beschaffene, aber durchbrochene Scheidewände (Fig. 110 *b*. *c*. 111 *g*. *k*.) fort, welche zuletzt gegen den Hilus hin zu einer stärkeren bindegewebigen

Masse (»Hilusstroma« von His) sich vereinen In Lymphknoten grosser Säugethiere ist jenes »Septensystem« mächtig entwickelt, bei kleinen Geschöpfen oft ungemein schwach.

Man unterscheidet am Lymphknoten Rinden- und Markschicht. Erstere besteht aus rundlichen oder unregelmässigen Körpern von 0,5—2 mm und mehr, den Follikeln (Fig. 110 *d*), welche bei kleineren Organen in einfacher, bei grösseren Knoten in doppelter und mehrfacher Reihe gelegen sind.

Die Markmasse wird hergestellt von netzartig verbundenen Strängen, welche von der Innenseite der Follikel entspringen, die Septen durchsetzen, und somit einen Zusammenhang zwischen jenen Gebilden der Rindenschicht herstellen (Fig. 110 *e*. 111 *d*. *e*). Der Quermesser der Stränge schwankt ausserordentlich von 0,04—0,13 mm und mehr.

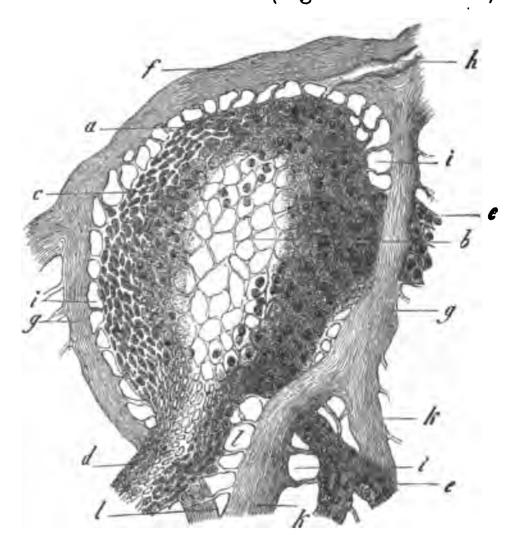


Fig. 111. Follikel aus einem Lymphknoten des Hundes im senkrechten Durchschnitt. *a* Retikuläre Gerüstemasse des mehr äusserlichen, *b* des inneren Theiles; *c* feinmaschige der Follikeloberfläche; *d* Ursprung einer stärkeren und *e* einer feineren Lymphröhre; *f* Kapsel; *g* Scheidewände; *k* Theilungen der einen; *i* Umhüllungsraum und dessen Spannfasern; *h* Vas afferens; *i*. *l* Befestigung der Lymphröhren an die Scheidewände.

Follikel und Markstränge legen sich niemals an Hülle und Scheidewände dicht an (Fig. 110. 111); stets bleibt ein Spaltensystem übrig. Seine Bedeutung werden wir bald kennen lernen.

Der Follikel (Fig. 111) besteht aus retikulärem, Lymphoidzellen in Unmasse enthaltendem Bindegewebe (*b* und *a*). An der Oberfläche wird das bindegewebige Netz viel engmaschiger (*c*).

Im Innern kann ein helleres Zentrum mit weitmaschigerem Gerüste vorkommen. Dieses ist die sogenannte »Vacuole«

von His, ein durchaus unwesentliches und sehr oft fehlendes Gebilde, was wir gegen Flemming bemerken.

Von jener Oberfläche entspringen Fasern, welche, an die Innenseite der Kapsel und die Aussenfläche der Septen sich ansetzend, den Follikel ausgespannt erhalten, wie der Rahmen die Stickerei. Ich nannte sie einstmals »Spannfasern« und die von ihnen durchsetzte schalenartige Lücke den »Umhüllungsraum« des Follikels (*i*).

Die Follikel selbst hängen querüber durch verbindende Brücken ihres eigenen Gewebes vielfach und unregelmässig zusammen.

Dasselbe, Lymphoidzellen beherbergende Gewebe, entweder mit einzigem Gefäss in der Axe (Fig. 111 *d. e.* 112 *a*) oder ein ganzes gestrecktes Kapillarnetz enthaltend (Fig. 113 *a*), bildet die Stränge und Strangnetze der Markmasse. Diese »Lymphröhren«

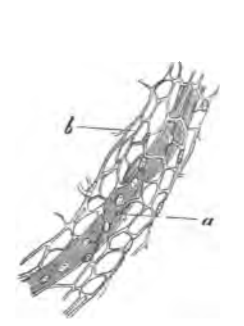


Fig. 112. Lymphröhre aus einer Mesenterialdrüse des Hundes. *a* Haargefäss; *b* retikuläre Bindesubstanz, die Röhre bildend.

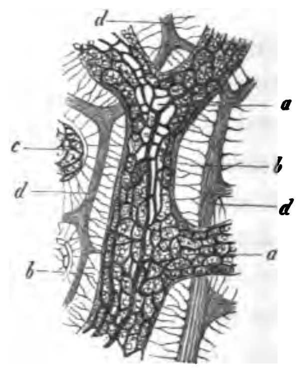


Fig. 113. Aus der Marksubstanz einer Inguinallymphdrüse vom Rind. *a* Lymphröhre mit dem komplizirteren Gefässsystem; *c* Stück einer andern; *d* Scheidewände; *b* Verbindungsfasern zwischen Röhre und Septum.

nach meiner Bezeichnung sind durch ähnliche Spannfasern (*b*) an die Scheidewände (Fig. 111 *l* und 113 *b*) abermals befestigt, und auch durch ein bindegewebiges Zellennetz untereinander zusammenhängend.

Das Lakunensystem zwischen den Lymphröhren nennen wir die Lymphgänge der Markmasse. Dass jenes aus den Umhüllungsräumen der Follikel entspringt, lehren die Figuren 110 *e* und 111 *i. l.*

Die Blutgefässe gelangen grösstentheils vom Hilus aus in das Organ. Arterielle Zufluss- und venöse Abflussröhren sind in einzelnen stärkeren Lymphröhren enthalten. In den Follikeln bilden sie ein weitmaschiges rundliches Kapillarnetz.

Daneben können von der Kapsel aus, durch dickere Spannfasern umhüllt, noch andere kleinere Gefässzweige in unsere Organe gelangen.

Wozu dient nun aber jenes Lücken- oder Gangwerk zwischen Kapsel und Septensystem einerseits, sowie Follikeln und Lymphröhren andererseits?

Wir haben bereits darauf geantwortet. Es ist eben der Weg der Lymphe im Innern des Organes.

Mit Durchbohrung der Kapsel verlieren die *Vasa afferentia* ihre Wandung (Fig. 111 *h*); sie werden lakunäre Gänge, freilich in der Rinde noch mit dem uns bekannten Endothel ausgekleidet. In der Markmasse dürften letztere Zellen fehlen. Durch den Zusammentritt der medullären Gänge entsteht gegen den Hilus hin wiederum das mit selbständiger Wand versehene *Vas efferens*. Die Bildung des letzteren ist übrigens nicht leicht zu beobachten wie ich, der Entdecker dieses Verhältnisses, von früheren Studien her weiss. Fig. 110 *f. g. h* versinnlicht jene Strömung.

Unter natürlichen Verhältnissen liegen in den kavernösen Gängen unserer Organe ebenfalls zahlreiche Lymphoidzellen.

Wo kommen letztere aber her? Sie sind — bemerken wir — eben einfach aktiv und passiv ausgewandert durch die engmaschige netzförmige Oberfläche der Follikel und Lymphröhren. So begreifen wir, dass ein *Vas afferens* kaum ein paar Lymphoidzellen darbieten kann, während das *Vas efferens* hinterher relativ reich an jenen zelligen Elementen zu erscheinen vermag.

Ich habe nicht nöthig zu bemerken, dass der Flüssigkeitsstrom durch den Lymphknoten zuerst mit Hülfe mühsamer künstlicher Injektionen festgestellt wurde. His und ich wissen davon zu berichten. Meine Studie war damals die frühere, was ich hier ausdrücklich bemerke.

Elfte Vorlesung.

Die übrigen lymphoiden Organe mit der Milz. Die sogenannten Blutgefässdrüsen.

Gebilden, welche den Follikeln eines Lymphknotens höchst ähnlich, oder geradezu identisch sind und theils vereinzelt, theils gruppirt erscheinen, immer aber der Markmasse des ersteren entbehren, begegnen wir mannichfach im menschlichen und Säugethierkörper. Man hatte auch ihnen in älterer Zeit irrthümlich den Namen der »Drüsen« gegeben.

Dahin rechnen als vereinzelte Vorkommnisse die sogenannten linsenförmigen Drüschen der Magenschleimhaut, ferner die mit der Benennung der Solitärdrüsen belegten Follikel in der Dünn- und Dickdarmschleimhaut. Gruppirungen lymphoider Follikel bilden die Mandeln oder Tonsillen, dann die sogenannten Peyer'schen Drüsen des Darmkanals, sowie die sogenannten Trachomdrüsen oder lymphoiden Follikel der Augenbindehaut. Ein mächtiges verwandtes Organ der früheren Lebenszeit liegt in der Brustdrüse oder Thymus vor. — Mit ähnlichem, freilich erheblicher modifizirtem Bau schliesst endlich die Milz diese Reihe.

Wir fassen das Alles, die Lymphknoten eingeschlossen, unter der Benennung der »lymphoiden« Organe zusammen.

Beginnen wir mit einer sogenannten solitären Drüse der Magen- oder Darmschleimhaut, so ist das Ding ein gewöhnlicher lymphoider Follikel, von schalenartigem Hohlraum umgeben. Letzterer wird wiederum durchsetzt von bindegewebigen Fasern, welche, zum benachbarten Schleimhautgewebe ziehend, die Ver-

bindung mit der Nachbarschaft vermitteln. Die sogenannten »Solitärdrüsen« des Dünndarms — ich habe es vor Jahren durch Injektion gefunden — werden abermals von Lymphe bespült. Für die »linsenförmigen Drüschen« des Magens hat man den Nachweis noch nicht geliefert; allein das gleiche Ergebniss ist nicht zweifelhaft.

Gehen wir jetzt vom Einfachen zum Verwickelten über.

Nehmen wir die Mandeln oder Tonsillen (Fig. 114). Dieselben, bei Säugern manchem Wechsel unterworfen, zeigen im menschlichen Körper ein komplizirtes Grubensystem der Schleimhautoberfläche. Die Hohlgänge jener Vertiefungen münden theils vereint (*a*), theils getrennt (*b*). An der Peripherie des Follikelhaufens stehen oftmals noch kleinere und weniger tiefe Gruben (*c*). Die Höhlen werden vom Plattenepithel der Mundhöhle überkleidet. Eine dicke lymphoide Wandungsschicht (*c*), nach aussen durch eine bindegewebige Kapsel umschlossen, umlagert das ganze Grubensystem.

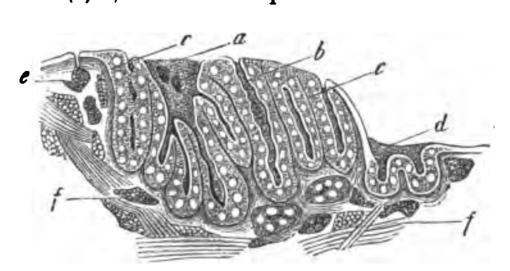


Fig. 114. Tonsille des Erwachsenen (nach SCHMIDT). *a* Grösserer Ausführungsgang; *b* einfacherer; *c* lymphoide Wandschicht mit Follikeln; *d* Läppchen, an einen Zungenbalg erinnernd; *e* oberflächliche, *f* tiefere Schleimdrüschen.

In jenem lymphoiden Gewebe kommen rundliche Körper von weitmaschigerer Struktur und hellerem Ansehen vor. Es sind die Follikel. In dem engmaschigeren Verbindungsgewebe erkennt man netzartige Hohlgänge, welche jene Körper umspinnen. Sie bilden die Wege der Lymphe, wie die Injektion lehrt. Schon im Jahre 1862 publizirte ich, dass das Grubensystem von Säugethier-Tonsillen Unmassen ausgetretener Lymphoidzellen enthält, und erkannte hierin eine Quelle der Speichelkörperchen (aufgequollenen Lymphoidzellen). Auch HENLE hatte in den 60er Jahren ähnliches beobachtet. 20 Jahre später entdeckte das Stöhr glücklicherweise zum zweiten Male. Er traf nachträglich indessen diese

Tonsilla-Zellen in der Durchwanderung des Epithel begriffen. An anderen Stellen hatte man dieses mittlerweile vielfach auch gesehen.

Vereinfachte Bildungen stellen die Zungenbälge auf dem hinteren Theil des Zungenrückens dar. Ihre Struktur erinnert an die Stelle *d* unserer Fig. 114.

Die sogenannten Trachomdrüsen besitzen in flächenhafter grubenloser Ausbreitung einen ähnlichen Aufbau (Fig. 107). Sie zeigen ebenfalls hellere Follikel (*b*), sowie eine engmaschigere und darum wieder undurchsichtigere Verbindungsschicht. In letzterer verläuft ein ausgebildetes lymphatisches Kanalwerk (*c*), welches den Follikel mit netzartiger Bahn umhüllt, und dicht unter dem Epithel blindsackig beginnt.

Erörtern wir noch die PEYER'schen Drüsenplatten. Sie kommen den unteren Theilen des menschlichen Dünndarms zu, und bestehen ihrer Ausdehnung nach aus einer sehr ungleichen Zahl gehäufter lymphoider Follikel. Bei Säugern, wo aber viel Wechsel herrscht, kann man ihnen auch im Dickdarm begegnen. Der *Processus vermiformis* des Menschen und, in noch höherer Entwicklung, derjenige des Kaninchens bildet eine enorm entwickelte zusammenhängende PEYER'sche Platte.

Die Gestalt unserer Follikel ändert sich nach den Thierarten. Rundlich sind sie beim Menschen (Fig. 115) und Meerschweinchen, erdbeerförmig im Dünndarm des Kaninchens, während im wurmförmigen Fortsatz des letzteren Thieres ein verlängertes Ding, an eine Schuhsohle erinnernd, uns entgegentritt. Aehnlich erscheinen die PEYER'schen Follikel im Ileum des Ochsen.

Gehen wir jetzt zu einer näheren Analyse unserer Gebilde.

Am Follikel (Fig. 115) unterscheiden wir drei Theile, die Kuppe (*d*), nur vom Epithel bedeckt und zwischen benachbarten Zotten (*a*) in das Lumen des Darms einspringend, dann eine Mittelzone (in der Höhe von *c*) und endlich einen Grundtheil (*f*). Mittelzone und Grundtheil liegen bereits im Unterhaut-Zellgewebe. Hier — und wir werden an Tonsillen und Trachomfollikel erinnert — sind das mittlere und untere Stück durch eng-

maschigeres lymphoides Gewebe verbunden. Die Oberflächen jener beiden Theile umzieht abermals ein lymphatisches Gangwerk in Netzgestalt. Nicht so an den Follikeln im Dünndarm des Ochsen und im *Processus vermiformis* des Kaninchens. Bei diesen wird der Grundtheil, dem Follikel eines Lymphknotens ähnlich, von einem zusammenhängenden schalenartigen lymphatischen Umhüllungsraume umgeben, während allerdings in der Mittelzone die netzartigen Gänge sich noch erhalten.

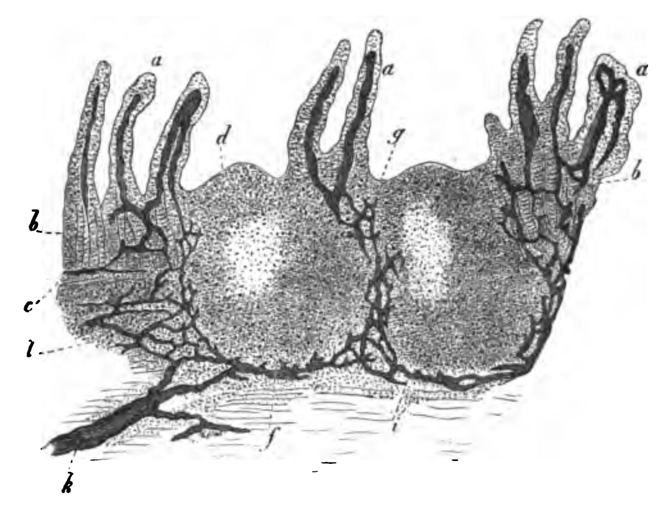


Fig. 115. PEYER'sche Plaque des Menschen vertikal. *a* Darmzotten; *b* LIEBERKÜHN'sche Drüsen; *c'* Muscularis mucosa; *d* Follikelkuppe; *f* Grundtheil; *g* Lymphwege um den Follikel; *i* am Grunde desselben; *k* Lymphgefäss der Submukosa; *l* lymphoides Gewebe der letzteren.

Die lymphatische Injektion zeigt uns interessante, an Lymphknoten erinnernde Verhältnisse, und bestätigt den Befund bei Tonsillen und Trachomfollikeln des Weiteren.

Die Chylusgefässe der Darmzotten (*a*) sind die *Vasa afferentia* (S. 122). Sie bilden weiter absteigend das lymphatische Netzwerk (*g. i*), welches den Follikel umgibt, wie das Filet den Spielball des Kindes. Aus jenem am Grunde der Follikel entspringen die abführenden Lymphgefässe (*k*), dem *Vas efferens* des Lymphknotens vergleichbar.

Ausserordentlich entwickelt erscheint das Haargefässnetz

der PEYER'schen Platten. Feine Kapillaren durchziehen radienartig den Follikel (Fig. 116 *a*); weitere Röhren (*b*) bilden ein nicht minder elegantes interfollikuläres Maschenwerk.

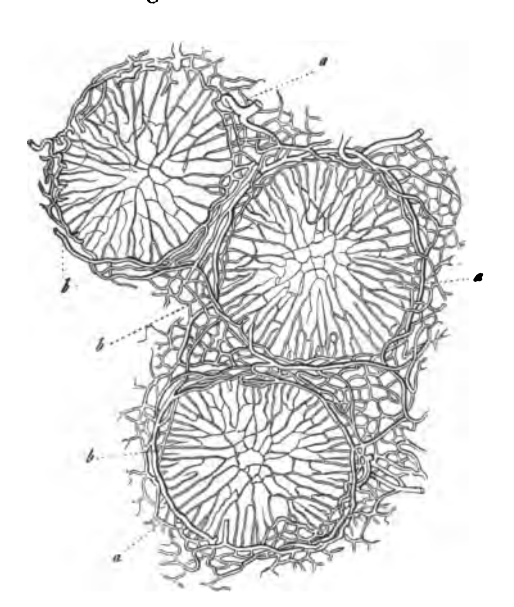


Fig. 116. Querschnitt durch die Aequatorialebene dreier PEYER'scher Follikel des Kaninchens. *a* Das Kapillarnetz; *b* die grösseren ringförmigen Gefässe.

Die Thymus besteht abermals aus Läppchengruppen eines retikulären, Lymphoidzellen beherbergenden Bindegewebes. Der Innenraum der Läppchen dürfte aber hohl sein, jederseits mit einem gewundenen Hauptkanale zusammenhängend. Ein elegantes Kapillarnetz, allerdings beim Menschen und Kalb in der Anordnung von Arterie und Vene verschieden, tritt uns hier ebenfalls entgegen. Die lymphatischen Bahnen bedürfen noch genauerer Erforschung. Die Rückbildung des räthselhaften Organs beginnt vor und mit der Pubertät. Es entwickeln sich nun auf Kosten des lymphoiden Gewebes Fettzellen in grosser Masse.

Eigenthümliche Gebilde, zum Theil von ansehnlicher Grösse, stellen noch die von HASSAL entdeckten konzentrischen Körper der älter gewordenen Thymus her mit ihrem äusserlichen, aus platten Zellen bestehenden Schichtungssysteme. Sie dürften aus gewucherten Endothelzellen der Venen und Kapillaren mit nachfolgender Abschnürung der Gefässwand hervorgehen (CORNIL und RANVIER, AFANASSIEW).

Das schwierigste Organ der lymphoiden Gruppe bildet aber

die Milz. Vieles wurde über sie in alten und neuen Tagen gearbeitet. Wir sind allerdings weiter gekommen als die Vorgänger. Einzelnes, glücklicherweise aber nur Weniges, bleibt bis zur Stunde noch kontrovers. Ich gebe hier nur Dasjenige, was ich nach zahlreichen eigenen Studien für richtig halte.

Einem Lymphknoten ähnlich, ist unser Organ von einer fibrösen, mit glatter Muskulatur bald mehr, bald weniger versehenen Hülle umschlossen. Diese sendet abermals nach einwärts ein durchbrochenes Septensystem ab. Letzteres (auch das Trabekelwerk der Milz genannt) erscheint bei grossen Säugethieren mächtig entwickelt, während es bei kleinen Geschöpfen (Murmelthier, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte und Maus) nur in dürftigen Rudimenten getroffen wird. Wir werden also wiederum an den Lymphknoten (S. 122) erinnert.

Man beginnt mit einem der letzteren Geschöpfe, z. B. einem Kaninchen (Fig. 117), am besten die Untersuchung. Bei unseren grösseren Säugethieren erschwert jenes Septensystem das ohnehin schon missliche Verständniss beträchtlich.

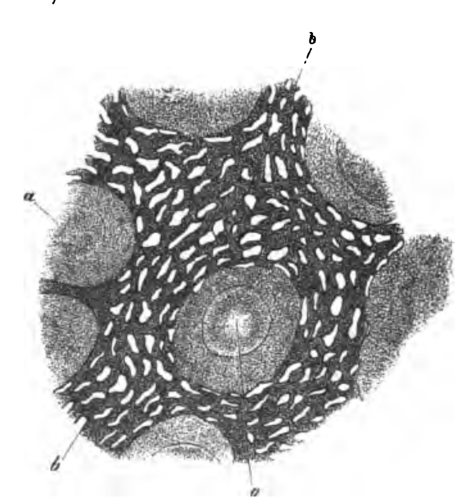


Fig. 117. Kaninchenmilz. *a* Malpighi'sche Körperchen; *b* Netzgerüst der Pulpa.

Das eigentliche weiche Milzgewebe besteht aus doppelter Masse. Einmal treffen wir durch die ganze Dicke des Organs zerstreut rundliche, oblonge oder auch unregelmässige Gebilde von weisslicher Farbe. Sie treten bald scharf hervor, bald sind sie nur mühsam zu erkennen. Bei manchen Thierarten gedrängt, werden sie bei andern spärlicher beobachtet. Ihre Grösse nimmt bei kleineren Säugethieren lang-

sam ab. Das sind die MALPIGHI'schen Körperchen der Milz oder — sagen wir es sogleich — die lymphoiden Follikel unseres Organs (*a*). Hier gewinnt, ähnlich gewissen Lymphknoten (S. 123), das lymphoide Gewebe des Follikels bei manchen Thieren (z. B. Kaninchen und Meerschweinchen) im Innern einen weitmaschigeren Charakter und wird heller (*a*).

Zwischen jenen Follikeln erscheint eine sehr weiche und bei ihrem gewaltigen Blutreichthum dunkelrothe Masse, die sogenannte Milzpulpa. Die mikroskopische Analyse derselben ergibt ein System netzartig verbundener Gänge (*b*), welche benachbarte MALPIGHI'sche Körperchen mit einander verbinden, und ein ebenfalls netzförmiges Lücken- oder Kavernensystem zwischen sich lassen. Die Pulpa mahnt also an die Marksubstanz der Lymphknoten, wie das MALPIGHI'sche Körperchen dem Follikel letzterer entspricht.

Beide Theile des Milzgewebes sind aber durcheinander geschoben. Von einer besonderen Rinden- und Markschicht ist hier also keine Rede mehr.

Untersuchen wir zunächst den lymphoiden Follikel, so tritt uns die alte bekannte retikuläre Bindesubstanz wiederum entgegen, erfüllt von Unmassen lymphoider Zellen, im Innern ein gewöhnliches, an der Oberfläche ein engeres Netzwerk bildend. Kapillargefässe des Innern erkennt man ebenfalls auch hier leicht.

Das Gewebe der — wir widerholen es — von der Oberfläche der MALPIGHI'schen Körperchen entspringenden Pulpastränge (Fig. 118 *a*) stellt dagegen eine erheblichere Modifikation der retikulären Bindesubstanz dar, von äusserst feiner zarter Textur und mit sehr kleinen Maschen, so dass nur eine oder höchstens ein paar lymphoide Zellen in letzteren Platz finden. Die Oberfläche jener Pulparöhre bewahrt den gleichen netzartigen Charakter. Stellen wir auf die Tiefe der von ihnen eingegrenzten Kavernen ein, so finden wir hier vielfach querlaufende Fasern (*c*). Ausgekleidet sind jene Hohlgänge von platten, spindelförmigen Zellen (*f*), welche allerdings, wie der Querschnitt (*b*) lehrt, kugelige Kerne

führen Wir haben hier abermals ein Gefässendothel vor uns; allein seine Zellenränder sind ausnahmsweise **nicht** miteinander verkittet. Fügen wir noch hinzu, dass in der Axe der Pulpastränge Haargefässe verlaufen, und dass in dem engen Maschen-

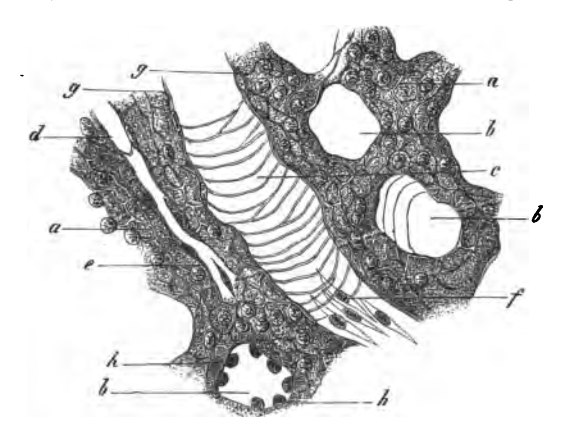


Fig. 118. Aus der Pulpa der menschlichen Milz, Pinselpräparat (Kombination). *a* Pulpastränge mit dem zarten Netzgerüste; *b* Querschnitte der Kavernen; *c* Längsschnitt einer solchen; *d* Haargefäss in einer Pulparöhre, bei *e* sich auffasernd; *f* Epithel der Venenkanäle; *g* Seitenansicht des letzteren; *h* sein Querschnitt.

werk ihres Gewebes regelmässig rothe Blutkörperchen, bald frisch und unverändert, bald geschrumpft und auf verschiedenen Stufen des Zerfalls getroffen werden, so hätten wir damit das Wesentlichste der Struktur des Milzgewebes geschildert.

Um aber ein weiteres Verständniss zu gewinnen, müssen wir uns nun zu der **Gefässanordnung** des sonderbaren Organes wenden.

Diese, sehr komplizirt, ist eine ganz eigenthümliche. Und gerade hier gehen die Ansichten der Forscher zuletzt diametral auseinander.

Die *Arteria lienalis* senkt sich bei Wiederkäuern unverzweigt, in der Regel sonst mit mehreren Aesten in den sogenannten Hilus ein. Jene theilen im Innern sich weiter, und zerfallen schliesslich spitzwinklig in eine Anzahl feiner Endzweige. Diese, **Penicilli** genannt und eigenthümlich gestaltet, gleichen den Aesten einer entlaubten Weide. Jenen Zweigen (nicht mehr aber

dem Penicillus) sitzen dann die uns bekannten Malpighi'schen Körperchen an, wie die Beeren dem Stiel einer Traube.

Arterien wie Venen werden noch immer von bindegewebigen, mit dem Septenwerk des Organs zusammenhängenden Scheiden umhüllt. Letztere, gleich der ganzen Gefässausbreitung, fallen bei den einzelnen Thierformen recht different aus, schwach und rudimentär bei kleinen, komplizirt und mächtig bei grossen Säugethieren.

Halten wir uns jetzt aber an den Menschen, so treten Arterie und Vene schon zu 4—6 Aesten zerlegt an und aus dem Organ. Bis zu Stämmen von 0,2 mm werden sie von gemeinsamer bindegewebiger Scheide umhüllt. Letztere besitzt anfänglich eine Wandungsdicke von etwa 0,25 mm, um sich auf 0,1 zu verschmälern, wobei Arterien von 0,2 und Venen von 0,4 mm noch gemeinsam umschlossen werden. Allmälich kommt es nun zu einer Trennung der venösen von den arteriellen Zweigen. Ueber die Arterie erstreckt sich die Scheide in ursprünglicher Beschaffenheit weniger lang; sie wandelt sich allmälich in retikuläre, Lymphoidzellen beherbergende Bindesubstanz um, eine Metamorphose, an welcher auch die Adventitia des Gefässes baldigen Antheil nimmt. Ueber den Venenzweig dehnt die Scheidenbildung sich noch etwas weiter aus; zuletzt unter Auffaserung verliert sie sich ebenfalls in das Septen- oder Trabekelsystem unseres Organes.

Aus jener lymphoiden Umwandlung der Arterie gehen die uns bereits bekannten Malpighi'schen Körperchen der Milz hervor. Sie liegen zum Theil an der Aststelle arterieller Zweige, zum Theil seitlich am unverzweigten Gefässrohr. Endlich — und es ist ein häufiges Vorkommniss — durchsetzt der Schlagaderzweig das Zentrum des Follikels. Prüft man genauer, so ist zwischen getrennten Follikeln und jener verlängerten lymphoiden Bekleidung des Arterienastes vielfach keine Grenzlinie zu ziehen. Jede Meerschweinchenmilz lehrt uns dieses.

In dem Follikel treffen wir niemals einen venösen Zweig, wohl aber ein Haargefässnetz mit rundlichen Maschen, bald

dürftig und armselig entwickelt, bald in reichlicher Entfaltung. Die Zuflussquellen wechseln; bald sind es Aeste der Follikelarterie, bald werden sie durch benachbarte Pulparöhren erst hinzugeführt.

Wir haben nun den weiteren Verlauf der arteriellen Ausläufer, der sogenannten Penicilli der Milz, zu verfolgen. Sie treten in die Pulparöhren unseres Organs ein, um jene in der Axe zu durchsetzen und zu Kapillaren zu werden. Auch das Haargefässnetz des MALPIGHI'schen Körperchen sendet zuletzt seine Ausläufer in die benachbarten Pulparöhren ab (Fig. 119 *e*).

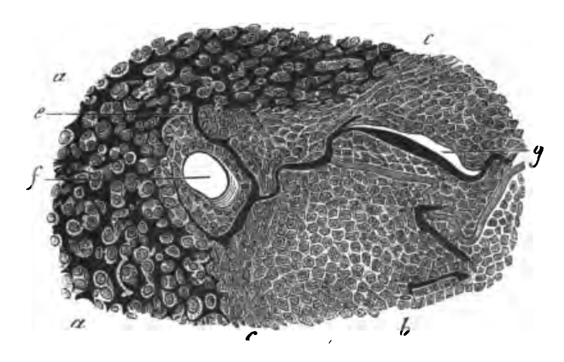


Fig. 119. Aus der Milz des Igels. *a* Pulpa mit den intermediären Strömen; *b* Follikel; *c* Grenzschicht desselben; *g* seine Haargefässe; *e* Uebergang letzterer in den intermediären Pulpastrom; *f* Querschnitt eines Arterienzweiges am Rande des MALPIGHI'schen Körperchens.

Mit diesen Haargefässen der Pulparöhren ist es nun aber ein ganz eigenthümliches Ding.

Wir verfolgen sie mit aller Aufmerksamkeit eine Strecke weit (an einer nicht injizirten Milz oder an einem guten Injektionspräparat), dann fängt die Kapillare (Fig. 118 *d*) an, unsicher und undeutlich zu werden (*e*). Man erkennt noch getrennte Zellenbegrenzungen; aber bald sind auch sie entschwunden. W i r s t e h e n v o r e i n e r L a k u n e, e i n e m w a n d u n g s l o s e n f e i n s t e n B l u t s t r o m (Fig. 119. *e*).

Rufen wir uns aber in das Gedächtniss zurück, dass das Gewebe der Pulparöhre ein Netzwerk mit sehr engen Maschen dar-

stellt, in deren Zwischenräumen eine oder ein paar Lymphoidzellen höchstens Platz finden, und vergessen wir nicht, dass die Pulparöhre oberflächlich denselben retikulären Charakter besitzt, überzogen von einem aus getrennten, nicht verkitteten Zellen bestehenden Endothel.

Halten wir diese früher geschilderten Texturverhältnisse fest, so bietet der nach Verlust der Haargefässwandung entstehende lakunäre kapillare Blutstrom keine erheblichen Schwierigkeiten mehr dar. Wie der versiegende Wasserstrom eines austrocknenden Baches zwischen den Kieselsteinen des Bettes zuletzt dünn und dürftig sich hindurchwindet, so ist es mit jenen feinsten Blutwegen der Fall. Die Lymphoidzellen des Milzgewebes gleichen den Kieseln.

Doch das Blutströmchen enthält zellige Elemente und im Ueberschusse die rothen Blutkörperchen. Ein Theil der letzteren schlüpft mit ihrer geschmeidigen glatten Oberfläche hindurch; andere aber bleiben stecken.

Für unsere farbigen Elemente aber, wie wir bereits früher erfuhren, ist die Bewegung das Leben, die Ruhe der Tod. So erklären sich jene zahlreichen Leichen und Trümmer der farbigen Blutzellen im Milzgewebe, deren wir oben gedachten.

Noch etwas anderes erläutert sich hieraus jetzt befriedigend. Die dicht gedrängten amöboiden Lymphzellen vermögen das eingefangene Blutkörperchen oder die Fragmente der Leiche in sich aufzunehmen (S. 10). Das sind die blutkörperchenhaltenden Zellen der Milz, Vorkommnisse, welche vor längeren Jahren so viel Kopfzerbrechen verursachten, und zur Stunde so leicht zu deuten sind. Erinnern wir uns der Amoeba unserer Fig. 2!

Der Todten haben wir gedacht. Wenden wir uns zu den Lebendigen zurück! Wohin gerathen jene feinsten Blutströme, nachdem sie das enge Maschenwerk der Pulparöhren glücklich durchlaufen haben?

Ist unsere bisherige Schilderung überhaupt eine verständliche gewesen, dann erfolgt die Antwort von selbst. Jene Ströme

gelangen in das Kavernensystem, welches Fig. 118 zwischen den Pulparöhren *b* und *c* zeigt.

Machen wir eine momentane Pause. Injiziren wir eine Kaninchen- und Meerschweinchenmilz oder das Organ des neugeborenen Kindes von der *Vena lienalis* aus, so ist es ein Kinderspiel, dieses retikuläre Lückenwerk zwischen den Pulparöhren augenblicklich zu erfüllen (Fig. 120 *c*).

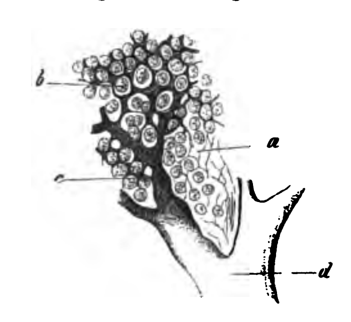


Fig. 120. Aus der Schafsmilz (doppelte Injektion). *a* Netzgerüste der Pulpa; *b* intermediäre Pulpaströme; *c* ihr Uebergang in die Venenanfänge mit unvollkommener Wandbegrenzung; *d* Venenäste.

Also — wenden wir uns zum umgekehrten Verlaufe wieder zurück — die lakunären Pulpaströme gehen über in jene Lücken der Pulpa, in die »kavernösen Venen« Billroth's. Aus letzteren, allerdings nach den Säugethierarten manche Verschiedenheiten darbietend, entstehen ehrliche, von zusammenhängender, wenn auch dünnster Wand eingefriedigte Venen (*d*).

Wir sagten früher (S. 136), die Milz sei eine Grabstätte der rothen Blutkörperchen. Das bedarf also jetzt keiner Erörterung mehr. Aber anderntheils bildet unser Organ einen Erzeugungsheerd jener Elemente, indem es Lymphoidzellen, die Ersatzmannschaft jener farbigen Elemente, theils noch unverändert, theils schon im Uebergang zur rothen Zelle begriffen, dem Blutstrom beifügt. Auch dieses, wenn wir die netzförmige Oberfläche der Malpighi'schen Körperchen und der Pulparöhren uns in's Gedächtniss zurückrufen, wenn wir daran denken, dass Millionen lymphoider Zellen von durchlöcherter Oberfläche hier umschlossen werden, auch das bedarf gewiss keiner ferneren Erläuterung. Allerdings mag die Bedeutung der Milz als blutbildendes Organ bei Säugethieren wohl höher sein als bei Vögeln und ein anderes blutbildendes Gewebe, das Knochenmark (S. 30), bei letzteren eine grössere Rolle spielen (Bizzozero).

Vergrössert sich unter krankhaften Verhältnissen die Milz in ihrer Pulpa, so nimmt die Kontaktfläche zwischen Blutstrom und lymphoidem Gewebe erheblich zu. Letzteres entsendet jetzt beträchtlichere Mengen seiner Zellen in ersteren. So steigert sich mit Nothwendigkeit die Menge der farblosen Blutkörperchen. Das ist die lienale Leukämie, wie sie die Aerzte nennen, eine Gleichgewichtsstörung zwischen Blut- und Milzgewebe von den traurigsten Folgen.

Lymphatische Bahnen kommen im Kapsel- und Trabekelsysteme der Milz mit Sicherheit vor. Was man im Innern, im eigentlichen lymphoiden Gewebe, getroffen haben will, steht auf schwachen Füssen.

Die Milz lässt sich leicht exstirpiren. Lymphknoten und Knochenmark übernehmen dann die Blutzellenbildung. Regenerationsversuche der Natur kennt man auch. Es bilden sich Knötchen mit vollkommener Milztextur (Tizzoni, Eternod).

Wir reihen in der Verlegenheit unseres Wissens hier noch einige Körpertheile an, die eine frühere Epoche gleich den geschilderten lymphoiden Organen ebenfalls »Drüsen« genannt hatte, und für welche die Nachfolger den ebenfalls sehr unbefriedigenden Namen der »Blutgefässdrüsen« erfanden.

Wir sprechen von Schilddrüse, von Nebennieren und Hirnanhang, Gebilden, welche bis zur Stunde jeder physiologischen Erklärung spotten, und den alten Spruch, dass eben die Bäume nicht bis in den Himmel wachsen, abermals bestätigen.

Die Schilddrüse, *Glandula thyreoidea* der Anatomen, liegt, wie bekannt, an der Vorderseite des zur Lunge führenden respiratorischen Gangwerks. Jedermann im Kanton Zürich weiss, dass sie den Kropf, dieses nationale Uebel, bildet. Wir Physiologen vermögen leider darüber auch kaum mehr als das Volk zu sagen.

Betrachten wir also das sonderbare Organ etwas näher!

In bindegewebiger Gerüstemasse (Fig. 121) treffen wir nahe an einander gerückt rundliche, oblonge oder sehr unregelmässige, vielleicht auch noch verzweigte Hohlräume von 0,05—0,1 mm.

Der Innenwand sitzen (wenigstens beim Menschen) niedrige Zylinderzellen (0,02 mm hoch und 0,01 breit) in einfacher Lage auf. Der Hohlraum ist frühzeitig von einer homogenen, festeren Masse, einem dunkeln Abkömmling der Eiweisskörper, dem sogenannten Kolloid erfüllt. Im interstitiellen Bindegewebe treffen wir ein entwickeltes, dichtes und rundliches Maschennetz 0,02—0,023 mm breiter Blutkapillaren; daneben kommt in mächtiger Entfaltung ein lymphatisches Gangwerk vor. Wie weit es sich erstreckt, ob es einen jeden Hohlraum schliesslich noch schalenartig umspinnt (wie Boechat und Zeiss neuerdings behaupteten), bedarf genauerer Prüfung. Frühere Injektionsstudien von mir und Peremeschko hatten davon nichts gezeigt.

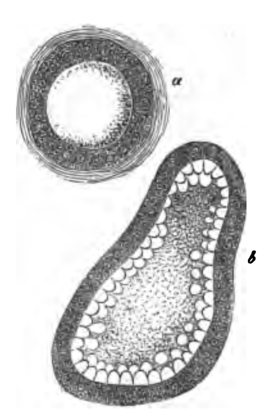


Fig. 121. Kolloidumwandlung der Schilddrüse. *a* Drüsenblase des Kaninchens; *b* beginnende Kolloidmetamorphose des Kalbs.

In späterer Lebenszeit — und die Schilddrüse scheint früh zu altern — nimmt jene Kolloidmasse mehr und mehr überhand. Die Hohlräume dehnen sich aus, die kleinen Wandungszellen werden stärker komprimirt und mit ihnen das interstitielle Bindegewebe. Im weiteren Fortgang fliessen endlich jene Hohlräume zu grösseren Kavitäten zusammen.

Man nimmt für die Schilddrüse, gleich Hirnanhang und Nebennieren (völlig hypothetisch), an, dass sie Stoffe dem Blut entziehen, um dieselben weiter umgeändert, sei es indirekt, sei es mittelbar, jener Zentralflüssigkeit des Organismus später wieder anheim zu geben. Daher die Bezeichnung der »Blutgefässdrüsen«, ein Zeugniss unserer dermaligen Unwissenheit.

Ebenso dunkel verhalten sich die Nebennieren, *Glandulae succenturiales*, Gebilde, welche einmal in früher Fötalzeit ein gewaltiges Ausmaass besassen, um hinterher mehr und mehr zurück zu bleiben.

Auch hier begegnen wir einer doppelten Masse, einer Rinden-

und einer Marklage. Erstere erscheint von strahliger Beschaffenheit, bräunlich, röthlich oder gelblich. Letztere, viel weicher, pflegt heller, grauröthlich oder gelblich auszufallen. Die geringste Konsistenz besitzt eine beim Menschen verdunkelte schmale Grenzzone. Sie zerfliesst sehr leicht nach dem Tode.

Eine bindegewebige, mit elastischen Elementen durchsetzte Hülle umgibt das Organ. Nach einwärts formt sie ein Fachwerk (Fig. 122 *b*). In den Lücken des letzteren liegen weiche Zellen. Die oberflächlichen Hohlräume sind in der Regel kurz; weiter nach einwärts gewinnen sie eine radiale Verlängerung (*a*). Querschnitte dieser spitzwinklig verbundenen Hohlräume ergeben oftmals oblonge und bohnenförmige Gestaltung. Nach einwärts, gegen die Markgrenze hin, werden die Lücken wieder kleiner, rundlicher und die Gerüstemasse zart und netzförmig, eine Art retikulären Bindegewebes (Joesten) formend.

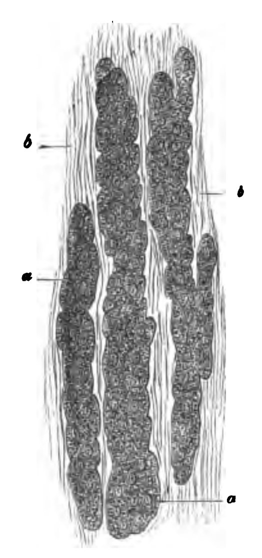


Fig. 122. Rinde der menschlichen Nebenniere. *a* Drüsenzylinder; *b* interstitielles Bindegewebe.

Der Inhalt besteht aus dicht aneinander gedrängten grobkörnigen (Eiweiss- und Fettmoleküle führenden) hüllenlosen Zellen (0,0135—0,0174 mm messend mit Kernen von 0,0056—0,0090). In der Grenzzone, gegen die Markmasse hin, beherbergen unsere Zellen reichliche bräunliche Pigmentmoleküle. Ein zartes bindegewebiges Fasernetz durchsetzt im Uebrigen jene Hohlräume, an welchen eine *Membrana propria* fehlt.

Nicht leicht ist es ebenfalls, die weiche Marksubstanz zu erforschen.

Die bindegewebige Gerüstemasse bildet wiederum etwas resistenter gewordene und, zuletzt mit dem die Vene umhüllenden Bindegewebe verschmolzen, grosse ovale Hohlräume. Sie sind

grösser als die peripherischen der Rindenschicht, ohne die radiale Stellung letzterer. Sie kehren im Gegentheil ihre breite Seite der Organoberfläche zu. Rundlicher und kleiner erscheinen jedoch die Markräume beim Menschen.

In ihnen kommen dicht gedrängt 0,018—0,035 mm messende, zart granulirte Zellen mit schönem bläschenförmigem Kern vor. Die Zellen erscheinen im Gegensatz zu den kortikalen Elementen sehr arm an Fettmolekülen. Ganz auffallend ist, wie Henle entdeckt hat, das Verhalten jener Markzellen gegen chromsaures Kali. Sie werden nämlich tief gebräunt, während die Rindenzellen hierbei sich nur wenig ändern.

Gross ist der Blutreichthum und eigenthümlich die Anordnung der Gefässe in den Nebennieren. Zahlreiche kleine, aus verschiedenen Quellen stammende arterielle Aestchen bilden in der Rinde ein radiales längsmaschiges Kapillarnetz. Erst im Mark treten diese Haargefässe zusammen zu ansehnlichen, aber sehr dünnwandigen venösen Kanälen. Letztere, gleichfalls radiär gerichtet, verbinden sich unter spitzen Winkeln, und nehmen so (mächtig entwickelt) einen beträchtlichen Theil des Markes ein. Die letzten starken Stämme münden schliesslich in die sehr weite, im Zentrum des Organs befindliche Vene ein.

Die Lymphbahn ist noch wenig erkannt.

Bei manchen Säugern erscheint die Hauptmasse sehr reich an Nerven, welche förmliche mikroskopische Geflechte bilden können. Man hat deshalb an eine Beziehung zum Sympathikus denken wollen.

Der Hirnanhang, die *Hypophysis cerebri*, bei den höheren Wirbelthieren kleiner als bei den niedrigeren, besteht aus zwei Lappen, einem kleinen hinteren von nervöser Textur und einem vorderen grösseren mit dem Bau einer Blutgefässdrüse. Letzterer ist von einem bald mit Plattenepithel (Säuger), bald mit Wimperzellen ausgekleideten Kanal durchzogen, welcher in das Infundibulum sich einsenkt (Peremeschko) Rundliche und ovale 0,0496—0,0699 mm grosse Drüsenräume werden durch ein an Kapillaren

reiches Bindegewebe eingegrenzt. In seinen Lücken liegen 0,014 mm messende Zellen mit ansehnlichem feinkörnigem Körper. Kolloidumwandlung kann beobachtet werden.

Mit dem Namen der Steissdrüse, *Glandula coccygea*, hat man ein an der Spitze des Steissbeines gelegenes kleines Ding versehen. Es besteht aus einem System ausgesackter arterieller Aeste, aus Kapillaren und Venen, äusserlich von körnigen Zellen umhüllt.

Auch das sogenannte *Ganglion intercaroticum* hat nahe verwandten Bau.

Die granulirten Zellen, wie wir sie von Nebennieren, Hirnanhang und den beiden letztgenannten Organen kennen, gehören jener Form grobkörniger Bindegewebszellen an, welche so oft in der Nachbarschaft der Gefässe getroffen werden (Fig. 58 *b*).

Zwölfte Vorlesung.

Das Drüsengewebe.

Man war in alter Zeit mit dem Begriff der Drüse sehr freigebig. Haben wir doch schon in den lymphoiden Organen, sowie in Schilddrüse, Nebennieren und Hirnanhang Organe kennen gelernt, welche vorhergegangenen Generationen der Anatomen irrthümlich als Drüsen galten. Damals genügte eine rundliche abgegrenzte Form und ein ansehnlicherer Blutreichthum, um ein Ding zur Drüse zu stempeln. So erhielten wir Lymph-, PEYER'sche und Schild-Drüsen etc. Später trat das physiologische Moment mehr in den Vordergrund. Die ächte Drüse entnimmt eben einmal dem Blute Stoffe, nicht allein oder nur vorwiegend im Interesse der egoistischen Ernährung, sondern im Dienste des Ganzen, sei es um das Blut von zersetzten Massen einfach zu befreien, sei es um letztere mehr weniger umgeändert und für andere Lebenszwecke ferner dienend abzugeben. Der alte Unterschied der Exkrete und Sekrete beruht darauf.

Die Drüse bedarf eines ausführenden Gangsystemes, um ihren Inhalt wegzuschaffen. Auf diesen mit der Drüse zusammenhängenden Kanal müssen wir grosses Gewicht legen; doch letzterer kann unter Umständen fehlen, oder er bleibt vom Organ getrennt. Das zeigt uns der menschliche Eierstock. Hier zerplatzt die Wand des drüsigen Hohlraums. Der Inhalt des letzteren tritt nun durch einen Riss hervor. Das Ding hört damit nicht auf, eine Drüse zu sein, denn wir kennen bei niederen Thieren der Ovarien genug,

welche ganz gewöhnliche, mit zusammenhängendem Gange versehene Drüsengestaltungen einhalten.

Hier kann also kein Zweifel herrschen.

Wie schwach es aber mit den sogenannten Blutgefässdrüsen steht, lehrte bereits die vorhergehende Vorlesung.

In der Neuzeit hat jedoch die so vorgeschrittene mikroskopische Analyse Merkmale geliefert, welche unserer Meinung nach ein drüsiges Organ sicher erkennen lassen.

Jeder unserer Drüsen, als Beispiel möge ein einfaches schlauchförmiges Vorkommniss dienen (Fig. 123), besteht aus zweierlei Formelementen: 1) einer in der Regel wasserhellen und dünnen Haut, der sogenannten Drüsenmembran, *M. propria* (*a*), und 2) einem von dieser umschlossenen zelligen Inhalte (*b*).

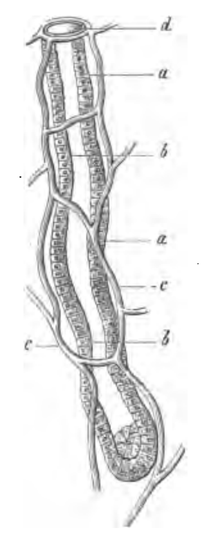


Fig. 123. Eine Lieberkühn'sche Drüse des Säugethiers: *a Membrana propria*; *b* Zellen; *c* Haargefässe; *d* Drüsenmündung.

Ohne Blutzufuhr gibt es aber keine Absonderung. Eine gefässlose Drüse wäre ein Unding. Somit treffen wir 3) als integrirenden Bestandtheil ein die *Membrana propria* umspinnendes Gefässnetz (*c*).

Als weiteren Bestandtheilen begegnen wir endlich Lymphbahnen, muskulösen Elementen und sehr wenig gekannten Nerven.

Gehen wir jetzt zur Einzel-Analyse über.

Die Drüsenhaut erscheint bei erster Betrachtung homogen und in der Regel sehr fein. Doch vermag sie ausnahmsweise 0,001—0,002 mm Mächtigkeit zu gewinnen. Sie kann auch durch unentwickeltes Bindegewebe ersetzt werden (Talgdrüsen der Haut). Endlich können gewöhnliches Bindegewebe oder eine Muskellage eine verstärkende Schicht um jene Begrenzungshaut bilden.

Man hat in neuerer Zeit auch hier mannigfach ein System ganz platter bindegewebiger Sternzellen (Fig. 124) getroffen, welches, der homogenen *Membrana propria* aufgelagert, rippenartige

Verdickungen letzterer bildet, so z. B. in der Unterkiefer- und Thränendrüse.

Fest, dehnbar und aus einer sehr unveränderlichen, wohl der elastischen Substanz verwandten Materie hergestellt, dient die *Membrana propria* zur Filtration und Transsudation des Blutplasma.



Fig. 124. Geflecht sternförmiger platter Bindegewebszellen aus der *Membrana propria* durch Mazeration isolirt. Aus der Submaxillaris des Hundes.

Ihre Entstehung geschieht in der Form einer vom benachbarten Bindegewebe aufgebildeten Grenzschicht.

Von der *Membrana propria* (oder dem sie manchmal ersetzenden gewöhnlichen Bindegewebe) wird die Gestalt der Drüse oder ihrer Bestandtheile bestimmt. Denn das Organ kann bei mikroskopischer Dimension sehr einfach bleiben, um andern Theils — denke man nur an Leber und Niere — bei mächtiger Grösse die höchste Komplikation des Baues zu gewinnen.

Wir unterscheiden:

1) die schlauchförmigen Drüsen (Fig. 123). Hier bildet die *Membrana propria* einen Blindschlauch, gewöhnlich von beträchtlicher Länge und relativ geringem Quermesser. Solcher, dem unbewaffneten Auge unsichtbarer Blindschläuche können mehrere in gemeinsamem Endstück zusammentreffen, so dass ein immer deutlicherer Ausführungsgang vorliegt.

Ausserordentlich lange netz- und blindsackige Elemente mit manchen Eigenthümlichkeiten, in Unzahl vereinigt, stellen Hoden und Nieren her. Man spricht jetzt von röhrenförmigen Drüsen.

Eine Modifikation bilden noch die sogenannten Knauel-Drüsen (Fig. 125). Das Endstück dieser kleinen Organe stellt eine eigenthümliche Verwicklung dar, wie der Knauel des Bindfadens.



Fig. 125. Eine Knaueldrüse aus der Konjunktiva des Kalbes.

2) Eine andere ungemein verbreitete Form bildet die traubige Drüse (Fig. 126). Die *Membrana propria* erscheint hier als mikroskopisch kleines rundliches, längliches oder auch unregelmässig geformtes Säckchen*). Mit ihren Oeffnungen treffen jene »Drüsenbläschen« gruppenweise zusammen. Es entsteht so ein Läppchen oder Acinus. Derselbe kann schon einen Ausführungsgang gewinnen, und die traubige Drüse in kleinster einfachster Form ist somit fertig. Doch so elementarste Gebilde sind selten. In der Regel (Fig. 126) stellen erst mehrere Acini den noch kleinen Drüsenkörper her. Bei grösseren und grossen Organen wird die Zahl der Drüsenläppchen eine ganz gewaltige.

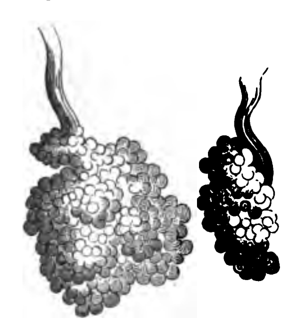


Fig. 126. Traubige Gaumendrüsen des Menschen.

Dass Uebergänge zwischen schlauch- und traubenförmigen Drüsen vorkommen, bedarf wohl kaum einer Bemerkung.

Wir haben endlich 3) noch eine sichere, ächte Drüse mit geschlossenen rundlichen Kapseln, welche letztern in reichlichem Bindegewebe enthalten sind. Das ist der Eierstock. Man nennt jene rundlichen Gebilde, welche von bindegewebiger Wand hergestellt werden, die Graaf'schen Follikel. Unter den Inhaltszellen fällt eine durch ihre Grösse auf. Das ist das Ei (Fig. 4).

Dass letzteres durch Zerreissung der Follikelwand frei wird, haben wir schon oben erwähnt. Fügen wir hier noch bei, dass der geplatzte Follikel sich nicht mehr herzustellen vermag, dass er vielmehr unter einem Vernarbungsprozess zu Grunde geht. Die Verhältnisse liegen also demjenigen gegenüber, was andere Drüsen darbieten, nun allerdings eigenthümlich und abweichend genug.

Den zweiten und viel wichtigeren Bestandtheil unsrer Organe stellen die Drüsenzellen dar. Wir werden später sehen, dass

*) Man hat auf die verlängerten Säckchen hin die kleinen traubigen Gebilde der Mukosen den »tubulösen« Drüsen zurechnen wollen.

sie fast alle Abkömmlinge des Ekto- und Entoderm sind. Dieser epitheliale Charakter verläugnet sich denn auch im ferneren Leben nicht.

So überziehen sie die Innenflächen der *Membrana propria*, bald einfach, bald geschichtet. Im ausführenden Theile der Drüse tritt später ein gewöhnliches Epithel auf.

Die Drüsenzelle können wir ein mikroskopisch kleines chemisches Laboratorium nennen. Sie mit ihrem Körper bildet die Sekretstoffe, oder ändert das aus dem Blutplasma überkommene Bildungsmaterial in letztere um.

Dazu bedarf unsere Zelle einer gewissen Massenhaftigkeit. Wir werden also begreifen, dass jene zu dünnsten Plättchen abgeflachten Zellen, wie wir sie früher beim Endothel antrafen, fehlen.

Die Drüsenzelle ist ein hüllenloses kubisches Wesen, zuweilen von oben nach unten etwas abgeflacht, in anderen Fällen durch seitliche Kompression zum Zylinder geworden. Die erstere Gestalt versinnlichen uns die Zellen der Leber mit einem Ausmaasse von 0,018—0,0226 mm (Fig. 127). Schon höher und schmaler erscheinen (Fig. 128 *b*) die Zellen der »Magenschleimdrüsen« des Hundes.

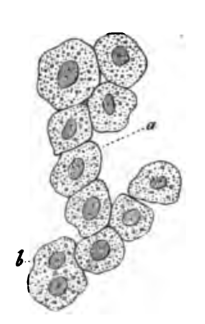


Fig. 127. Leberzellen des Menschen.

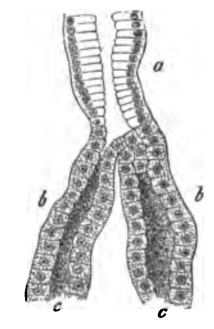


Fig. 128. Aus einer Magenschleimdrüse des Hundes. *a* Unteres Stück des Ausführungsganges; *b* der Anfang der Drüsenkanäle.

Zu Zylindern sind ebenfalls die Elemente der Lieberkühn'schen Drüsenschläuche des Dünndarms geworden, wie unsere Fig. 123 *b* (eine Längsansicht jener Schläuche bringend) lehrt.

Mit Wimperhaaren bekleideten Drüsenzellen begegnen wir beim Menschen äusserst selten. Man kennt sie nur aus den Uterinschläuchen.

Manche Drüsenzellen — wir heben hier diejenigen der Leber und Niere hervor — scheinen ziemlich bleibende Gebilde darzustellen. Bei andern dürfte das zellige Element die Vergänglichkeit des Epithel bewahren, und in der Bildung des Sekretes zu Grunde gehen.

Nehmen wir z. B. eine Talgdrüse der äusseren Haut, ein kleines traubiges Ding. Einen Acinus bringt Fig 129 *A*.

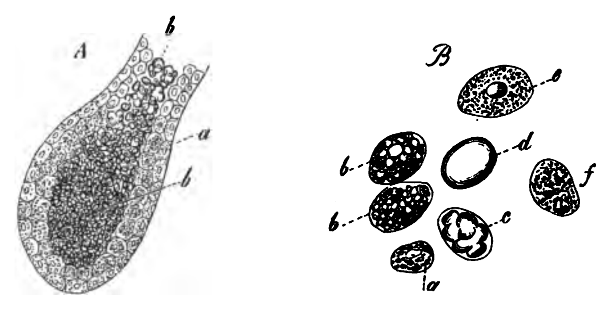


Fig. 129. *A* Das Bläschen einer Talgdrüse; *a* die der Wand anliegenden Drüsenzellen; *b* die abgestossenen, den Hohlraum erfüllenden, fetthaltigen. *B* Die Zellen in stärkerer Vergrösserung; *a* kleine, der Wand angehörige, fettärmere; *b* grosse, mit Fett reichlicher erfüllte; *c* eine Zelle mit zusammengetretenen grösseren und *d* eine solche mit einem einzigen Fetttropfen; *e. f* Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

Er ist von mehrfachen Zellenlagen bekleidet. Im Hohlraum (*b*) begegnen wir fettiger Masse, welche später als Hauttalg frei wird.

Wie ist letzterer aber entstanden?

Schon in den peripherischen, der Wand des Drüsenbläschens unmittelbar anliegenden Zellen bemerkt man eine steigende Einbettung fettiger Moleküle. Es ist also jene Fettdegeneration, deren wir schon früher S. 14 gedachten. Sie führt, hier auf normalem Wege wie anderwärts im krankhaften Geschehen, den Untergang des Gewebeelementes herbei. Die Drüsenzelle mit zunehmenden Fetteinbettungen schwillt an, und fällt zuletzt von ihrem Mutterboden ab. Nun, im Hohlraum des Acinus suspendirt, ist sie zur Leiche geworden. Wir begegnen demgemäss im Hauttalge diesen

hochgradig verfetteten Zellen, ihren Trümmern, frei gewordenen Kernen und Fettmolekülen mit eiweissartiger Verbindungsmasse. Das ist die Entstehung des Hauttalges, eines verhältnissmässig unwichtigen Sekretes.

Die Milchdrüse stellt eine Gruppe vergrösserter, zur höheren Leistung bestimmter Talgdrüsen dar. Schon von den letzten Zeiten der Schwangerschaft an bildet das menschliche Organ das sogenannte Kolostrum. Wir treffen in letzterem kuglige zellige Elemente von 0,0151—0,0563 mm Ausmaass (Fig. 130 *b*).

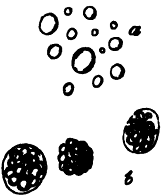


Fig. 130. Formbestandtheile der menschlichen Milch. *a* Milchkügelchen; *b* Kolostrumkörperchen.

Diese »Kolostrumkörperchen« sind den abgelösten hochgradig verfetteten Talgdrüsenzellen gleich. Später, bald nach der Entbindung, enthält die Milch in Millionen die sogenannten Milchkügelchen (*a*). Es sind frei gewordene Fetttröpfchen, umgeben von einer sehr dünnen Schale eines geronnenen Eiweisskörpers, welchen man Käsestoff (Kaseïn) zu nennen pflegt. Ihre Grösse schwankt zwischen 0,003—0,009 mm. Die Drüsenzellen dürften jetzt bei einer weit energischeren Absonderung im Acinus frühzeitig zu Grunde gegangen sein. Indessen man könnte hier auch an etwas anderes denken. Die hüllenlose Zelle könnte den gebildeten Sekretstoff ausgeworfen haben, wie der Krater des Vulkans die Lava — nur die Zellen gleich den Vulkanen könnten persistiren. Ich halte dieses mit Stricker sogar für sehr plausibel.

Wir haben so eben von wahrscheinlich vergänglichsten Drüsenelementen gesprochen, nachdem wir kaum vorher bleibenderer Elemente gedacht hatten.

Wenden wir uns noch für einen Augenblick zu letzteren zurück; nehmen wir die Leberzellen. In ihnen trifft man zeitweise bräunliche Moleküle und Fetttröpfchen. Beide erscheinen später in der Galle; das erstere ist der »Gallenfarbestoff« (um den rohen Ausdruck früherer Tage hier zu wiederholen), das letztere wird zum »Gallenfett«. Also die Drüsenzelle umschloss auch hier einmal in ihrem Leib die später frei gewordenen Sekretsub-

stanzen. Sonach ist das Kommen und Gehen letzterer durch den bleibenden Zellenleib nicht anzuzweifeln.

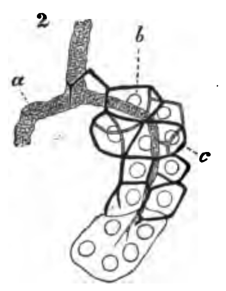


Fig. 131. Aus dem Pankreas des Kaninchens. *a* Stärkerer Ausführungsgang; *b* feinerer eines Acinus; *c* feinste Sekretionskanäle.

Man hat in neuerer Zeit für die Persistenz vieler Drüsenzellen noch eine weitere Bestätigung gewonnen. Zwischen jenen (zuerst fand man es in der Leber) kommen als letzte Ausläufer der absondernden Gänge noch ausserordentlich feine bleibende Kanälchen, »Drüsenkapillaren«, vor. Unsere Fig. 131 versinnlicht Derartiges aus dem Pankreas. Wir wollen der Sache später ausführlicher gedenken.

Mit der *Membrana propria* und den sekretbildenden Zellen wären wir also fertig. Gedenken wir nun der Haargefässnetze, der Art und Weise, in welcher der unentbehrliche Blutstrom zur Oberfläche des absondernden Organes gelangt.

Fig. 132. Das Gefässnetz der Magenschleimhaut des Menschen, halbschematisch. Der (feinere) Arterienstamm zerfällt in das gestreckte Kapillarnetz, welches in das rundliche der Drüsenmündungen übergeht, aus dem die Vene (das weitere dunklere Gefäss) entspringt.

Wir wiederholen es, was wir S. 110 sagten: die Form der Gewebebestandtheile bedingt die Anordnung der Kapillaren.

Nehmen wir dünne und lange Drüsenschläuche, wie sie in der Magenschleimhaut dicht neben einander stehen, so tritt der Einzelschlauch ungefähr an die Stelle des querstreifigen Muskelfadens (Fig. 97). Das Netz (Fig. 132) wird zu einem ähnlich gestreckten; nur die Ringe um die Drüsenmündungen neben abweichenden Arterien- und Venenzweigen tragen einen erheblicheren Unterschied in das Ganze ein.

Wenden wir uns zur traubigen Drüse, so muss, wie wir schon einmal bemerkten, bei der im Allgemeinen rundlichen Form des Elementes, des kleinen Acinus, das Gefässnetz demjenigen eines Fetttraubchens (Fig. 99) entsprechen. Unsere Fig. 133 bringt die Kapillar-Anordnung einer grösseren Läppchengruppe des Pankreas. Das Bild könnte für die Gefässanordnung eines Konglomerates der Fettzellenträubchen mit demselben Rechte benutzt werden.

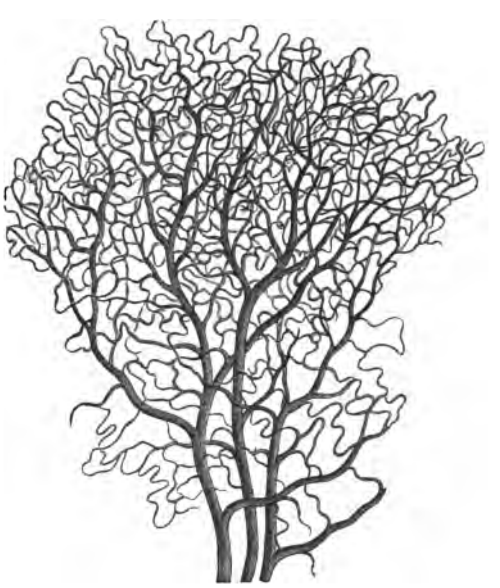


Fig. 133. Das Gefässnetz der Bauchspeicheldrüse von Kaninchen.

Der gewaltige Stoffumsatz drüsiger Organe macht einen bedeutenden Reichthum lymphatischer Gänge, welche das überflüssige Transsudat der Blutbahn zurückführen sollen, sehr begreiflich. Man hat in neuester Zeit ein Stück jener Lymphwege entdeckt. — Glatte Muskelfasern, die entweder den Drüsenkörper umhüllen oder in der Wandung des ausführenden Ganges vorkommen, bedürfen kaum einer weiteren physiologischen Erläuterung. Sie sind eben für das Austreiben des Sekretes von hoher Wichtigkeit.

Ueber Drüsennerven, diese dunkelste Partie im Aufbau der uns beschäftigenden Organe, sprechen wir später.

Das Letzte was endlich noch erörtert werden muss, ist der Ausführungsgang. Betrachten wir einen einfachen Drüsenschlauch (Fig. 134), wie ihn die Magenschleimhaut in unendlicher Anzahl umschliesst, untersuchen wir eine sogenannte »Labdrüse« (sie kann allerdings auch komplizirter sein), so erkennen wir von

d bis *b* leicht die sekretbildenden Zellen. Ueber *b* treffen wir ein Zylinderepithel, das gleiche, welches die Oberfläche der Magenschleimhaut überkleidet. Eine weitere Erklärung ist also überflüssig.

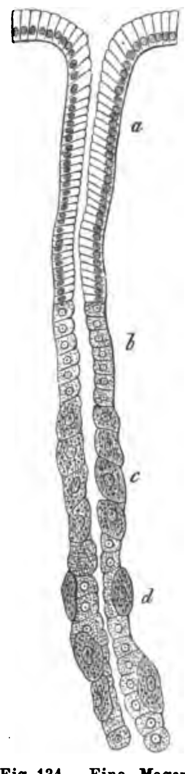


Fig. 134. Eine Magendrüse der Katze in seitlicher Ansicht. *a* »*Stomach-cell*«; *b* inneres; *c* äusseres Schaltstück; *d* der Drüsenschlauch mit beiderlei Zellen.

Werfen wir ferner auf unsere Fig. 128 einen Blick zurück. Die Zeichnung stellt eine sogenannte »Magenschleimdrüse« dar. Ein langer Ausführungsgang trägt die gleichen Zylinderzellen (*a*). Dann theilt er sich in zwei Blindschläuche. Diese (*b*) enthalten niedrigere kubische Elemente, die Lieferanten einer uns noch ziemlich unbekannten Absonderung.

Betrachten wir ein noch früheres Bild, unsre Fig. 126, die kleinen traubigen Drüschen. Ueber den Ausführungsgang kann da kein Zweifel herrschen. Seine Zellenbekleidung ist nicht selten eine andere als diejenige der Acini.

Die Wand des ausführenden Kanals ist hier einfach bindegewebiger Natur. Bei grösseren und grössten Drüsen ähnlichen Aufbaus gewinnt der wegleitende Gang eine steigende Komplikation. Wir kommen darauf später im Einzelnen zurück.

Ueberblicken wir jetzt noch flüchtig die verschiedenen Drüsen des menschlichen Körpers.

a) Zur schlauchförmigen Gruppe zählen: die BOWMAN'schen Drüsen in der sogenannten *Regio olfactoria* des Geruchsorgans; die Schläuche der Magen-, Dünn- und Dickdarmschleimhaut, welche die Namen der Magensaft- (oder Lab-), sowie der Magenschleim- und LIEBERKÜHN'schen Schläuche tragen; endlich die Uterindrüsen. Dann, als modifizirter Gebilde, als sogenannter Knaueldrüsen, haben wir hier endlich noch der kleineren und grösseren Schweissdrüsen sammt den Ohrschmalzdrüsen zu gedenken.

Sehr komplizirte röhrenförmige Organe sind, wie wir schon früher erwähnten, Niere und Testikel.

b) Zu den traubigen Drüsen rechnet eine grosse Schaar unserer Gebilde vom kleinsten bis zum grössten Ausmaasse. Zunächst gehören hierher die sämmtlichen kleinen Drüschen der Schleimhäute des Körpers, dann die sogenannten BRUNNER'schen Drüsen des Zwölffingerdarms, die Talgdrüsen der äusseren Haut und die MEIBOM'schen der Augenlider. Als grössere und grösste zählen der Gruppe zu: die Thränendrüse, die verschiedenen Speicheldrüsen, das Pankreas, die Milchdrüse, dann die COWPER- und BARTHOLIN-schen Drüsen des Geschlechtssystems, ferner die Prostata. Ihrer Entstehungsweise nach dürfen wir hier auch noch endlich die Lunge anschliessen. Wir werden gleich den Vorgängern ihrer später genauer zu gedenken haben.

c) Dass die geschlossenen Drüsenkapseln im Menschenleibe allein das Ovarium bilden, brauchen wir kaum zu wiederholen.

Unsere Organe mit geringen Ausnahmen (der Urniere und der Generationsdrüsen) entstehen in ihrem zelligen Theile entweder von dem oberen oder unteren Keimlager, dem Horn- und Darmdrüsenblatte REMAK's. *Membrana propria* und Haargefässnetz sind aufgebettete Produktionen des Mittelblattes, welches so Vieles herstellt.

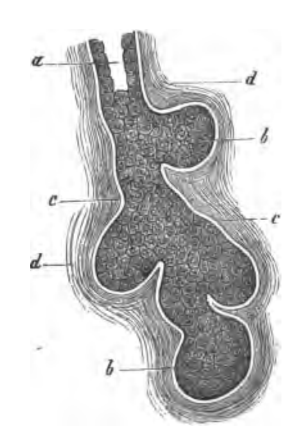


Fig. 135. In Bildung begriffene traubige Drüse. *a* Ausführungsgang, bereits wegsam; *b* solide Drüsenknospen; *c Membrana propria*; *d* umgebendes Bindegewebe.

Ein früheres Bild (Fig. 43), die erste Anlage eines Haarkeims, gilt ebenso für die Drüsen der äusseren Haut wie diejenigen der Mukosen. Zweigen sich aus dem herabgewucherten Zellenzapfen durch fortgehende Zellenvermehrung seitliche Knospen ab, so entsteht anfänglich eine solide, dürftig beerenförmige Masse (Fig. 135). Aus ihr

wird endlich durch weiter und weiter gehende Knospenbildung ein komplizirtes Traubensystem, welches im Axentheile sich zuletzt aushöhlt (a), und damit die vollendete Drüse herstellt.

Wir verlassen hiermit vorläufig die drüsigen Organe im Allgemeinen.

Dreizehnte Vorlesung.

Der Verdauungsapparat mit seinen Drüsen.

Der Verdauungsapparat in seinen bindegewebigen Aussenlagen und den muskulösen Mittelschichten ist allerdings verhältnissmässig einfacher Natur. Aber die Schleimhaut mit dem unmittelbar angrenzenden losen Bindegewebe und mit Allem, was daran hängt, bietet eine Fülle mannigfaltigster Strukturverhältnisse dar.

Durchgehen wir also in Kürze das lange Kanalwerk mit den wechselnden Bestandtheilen des Innern.

Die Mundhöhle beherbergt die schon S. 85 geschilderten Zähne, sowie die Zunge. In jenen Hohlraum münden die Speicheldrüsen, grosse traubige Organe, und daneben eine Menge kleiner Gefährten, sogenannte Schleimdrüschen, ein.

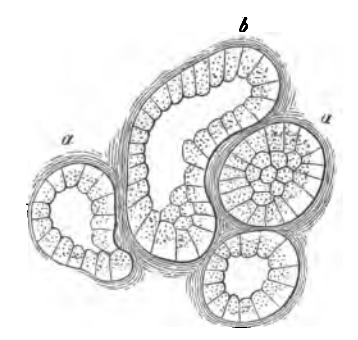


Fig. 136. Drüsenbläschen der Gaumendrüschen des Kaninchens. *a* rundliche, *b* ein verlängerter Acinus.

Die blutreiche Mukosa der Mundhöhle springt mit dicht gedrängten Papillen vor, und wird überzogen von dem S. 37 besprochenen geschichteten Plattenepithel. Letzteres kann hier eine Mächtigkeit bis zu 0,45 mm gewinnen. Das submuköse Bindegewebe erscheint bald straff (Zahnfleisch), bald lose und dehnbar (Boden der Mundhöhle). In ihm liegen die Körper jener

zahlreichen kleinen traubigen Drüsen. Ihr Sekret ist ein schleimiges; die Zellen bilden eine Lage blasser kubischer oder niedrig zylindrischer Elemente (Fig. 136). Sie kommen als Lippen-, Backen-, Gaumen- und Zungendrüschen vor.

Unter den Speicheldrüsen hat die Submaxillaris in neuerer Zeit eine genaue Erforschung erfahren (Pflüger, Gianuzzi, Heidenhain u. A.). Sie fällt bei den einzelnen Thieren different nach Zellen und chemischer Leistung aus. Körnig sind jene beim Kaninchen. Bei der Katze und dem Hunde liegt eine Schleimdrüse uns dagegen vor. Doch trägt letztere schon stellenweise einen abweichenden Charakter (s. u.).

Die Zellen (Fig. 137) bestehen hier aus zweierlei Gebilden. Einmal (*a*) begegnen wir grossen rundlichen Elementen, welche von homogener Schleimmasse erfüllt sind. Daneben kommen, ganz körnig, kleinere Zellen in der Peripherie des Drüsenbläschens vor (*c*). Dicht an einander gedrängt, und undeutlich von einander geschieden, bilden sie eine Art von Halbmond (Gianuzzi). Sie wandeln sich in jene grossen Schleimzellen später um. Feinste Sekretionskapillaren oder Spalten nach Art unserer Fig. 131 kommen hier gleichfalls zum Vorschein; ebenso die platten Sternzellen der *Membrana propria* (s. Fig. 124). Die ausführenden Gänge zeigen Zylinderzellen (Fig. 137 *d*), unterhalb des Nukleus mit Längsstreifen versehen. — Wir haben endlich noch eines rundlichen Kapillarnetzes und reichlicher Lymphbahnen um und zwischen Läppchen und Lappen zu gedenken.

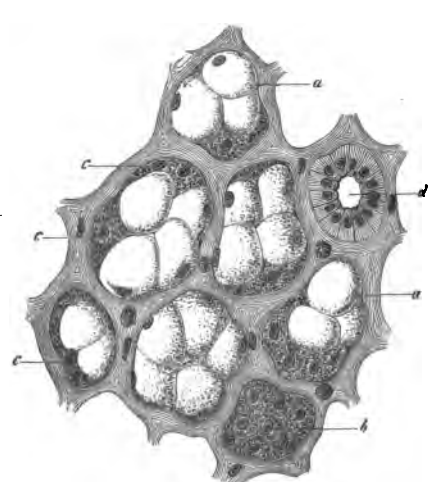


Fig. 137. Unterkieferdrüse des Hundes. *a* Schleimzellen; *b* Protoplasmazellen; *c* Halbmonde; *d* Querschnitt eines Ausführungskanälchens mit dem eigenthümlichen Zylinderepithel.

Mit der Unterkieferdrüse, wie sie Katze und Hund zeigen, scheint die Sublingualis der verschiedensten Säugethiere nahe verwandt.

Ebenso zeigt die Orbitaldrüse der beiden eben genannten Fleischfresser den nämlichen Bau. Ihre Schleimabsonderung fällt noch energischer aus (LAVDOWSKY).

Doch wir können die Unterkieferdrüse der Katze und des Hundes noch nicht verlassen. Wie die Experimentalphysiologie lehrt, ruft die Reizung der *Chorda tympani* reichliche Absonderung eines wasserreichen Sekretes herbei, die des Sympathikus dagegen spärliche Mengen einer dickflüssigen Masse.

Die fortgesetzte Nervenreizung ändert aber, wie HEIDENHAIN entdeckte, den Inhalt der Acini ganz bedeutend (Fig. 138). Fast

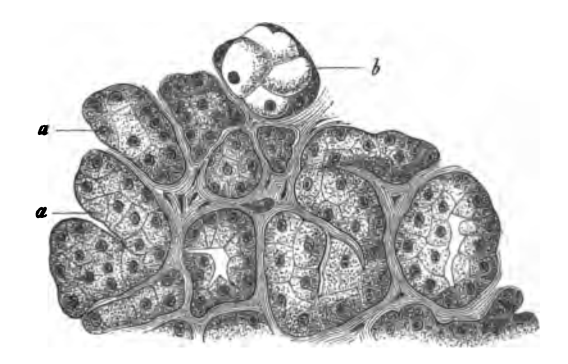


Fig. 138. Submaxillardrüse des Hundes mit ihren durch starke Reizung der Chorda veränderten Inhaltszellen *a* und unveränderten Resten *b*.

alle der grossen runden Zellen (*a*) haben mittlerweile ihr Mucin als Sekret abgegeben. Eine körnige, protoplasmatische Masse erfüllt jetzt den veränderten Zellenleib.

Dieses war die erste Verschiedenheit, welche eine ruhende und aktive Drüse dem Auge des Mikroskopikers überhaupt darbot.

Wesentlich dasselbe fand LAVDOWSKY für die Orbitalis.

Man kann daher von Schleimspeicheldrüsen sprechen.

Die kleinen Schleimdrüsen bieten beim Kaninchen in Folge der Ueberreizung ebenfalls eine körnige Umwandlung der Drüsenzellen dar. Halbmonde fehlen aber gänzlich.

Nach diesen wichtigen Funden hat man hinterher noch eine Reihe derartiger Verschiedenheiten hinsichtlich des Zellenkörpers ruhender und aktiver Drüsen gefunden. Allein die Deutungen wechseln.*)

Doch kehren wir zur letzten Speicheldrüse zurück.

Die Parotis oder Ohrspeicheldrüse des Menschen enthält dagegen in ihrem (0,034—0,052 mm messenden) Acinus körnige kubische Zellen (von 0,014—0,018 mm) ohne jede Schleimumwandlung. Sie ist den sogenannten serösen Drüsen (Fig. 139) nahe verwandt. Man hat zwischen letzteren feine Sekretionsröhrchen beschrieben. Der Ausführungsgang besitzt hier wieder gewöhnliche Zylinderzellen.

Die Zunge ist ein wesentlich muskulöses Organ mit sich durchkreuzenden quergestreiften Fäden. Der Zungenrücken trägt in Unzahl verschiedene Papillen. Man hat hier dreierlei Formen unterschieden: die fadenförmigen (*Papillae filiformes s. conicae*), die schwammförmigen (*P. fungiformes s. clavatae*) und endlich die umwallten (*P. circumvallatae*). Zu ihnen ist, schon früher gefunden, dann vergessen und neuerdings genauer erforscht, noch die sogenannte *Papilla foliata* hinzugekommen. Beide letzteren Organe enthalten die Endigung des Geschmacksnerven. Sie wird uns später beschäftigen.

An traubigen Drüsen ist die Zunge reich. Vorwiegend treffen wir Schleimdrüschen mit den von Fig. 136 her uns bekannten hellen Zellen. In der Nähe der *P. circumvallatae* und der *P. foliata* erscheinen zwar ganz ähnlich gestaltete Drüsen, jedoch mit einem anderen abweichenden Inhalt, mit körnigen, trüberen Zellen

*) Nach SCHIEFFERDECKER sollen die Zellenkörper der Schleimdrüsen im Zustande der Ruhe ein feinkörniges Protoplasma, in vollster Thätigkeit ein durch Färbung deutlich zu machendes Netzgerüste führen.

(Fig. 139). Man hat die gleichen Organe in Unzahl in der Nasenschleimhaut angetroffen, und ihnen den nicht glücklich gewählten Namen der »serösen Drüsen« (A. HEIDENHAIN) oder albuminösen (R. HEIDENHAIN) gegeben. Stellenweise führt die Submaxillaris von Hund und Mensch jenen serösen, anderwärts den schleimigen Zelleninhalt.

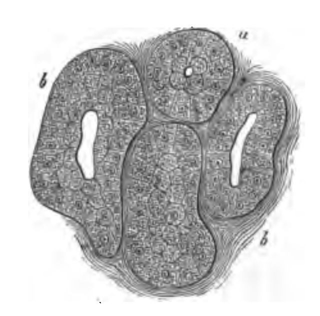


Fig. 139. Acini (a runde, b oblonge) einer sogenannten serösen Drüse aus der Nähe einer umwallten Papille der Katze.

Vom hinteren Viertheil der Zunge an beginnt das Schleimhautgewebe eine lymphoide Umwandlung zu erfahren, an welcher auch der Pharynx Antheil zu nehmen vermag. So kommt es denn zu abgegrenzten lymphoiden Organen, zu den Zungenbälgen, den Tonsillen und der von KÖLLIKER entdeckten Pharynx-Tonsille. Man vergl. darüber S. 126.

Der Schlundkopf oder Pharynx mit seiner quergestreiften Muskulatur führt denselben Ueberzug des geschichteten Plattenepithel wie die Mundhöhle. Die derbe Schleimhaut gewinnt nach abwärts Papillen. Die obere Partie ist reich an Schleimdrüschen.

Auch die Speiseröhre oder der Oesophagus zeigt beim Erwachsenen die alte Epithelialdecke, obgleich hier bei Embryonen und Neugebornen Flimmerepithelien vorkommen können. Die aus einer stärkeren longitudinalen Aussenschicht und einer schwächeren inneren Querlage bestehende Muskulatur zeigt beim Absteigen ein Ersetztwerden der willkürlichen quergestreiften Faserformation durch das unwillkürliche glatte Gewebe. Die in Längsfalten einspringende Mukosa beherbergt traubige Schleimdrüsen.

Wir durften dieses nur flüchtig berühren.

Eine genauere Erörterung bedarf dagegen der Magen, Ventriculus. Sein seröser Ueberzug bietet allerdings nichts bemerkenswerthes dar, ebensowenig die glatte Muskulatur, welche aus längs-, quer- und schief verlaufenden Schichten besteht. Dagegen zeigt die Schleimhaut eine Menge interessanter Dinge. Sie

wird von (0,0226—0,0323 mm hohen und 0,0045—0,0056 mm breiten) Zylinderzellen bekleidet, welche zur Schleimmetamorphose (S. 5) neigen und an ihrer freien Aussenseite einen sehr zarten membranösen Verschluss führen können.*)

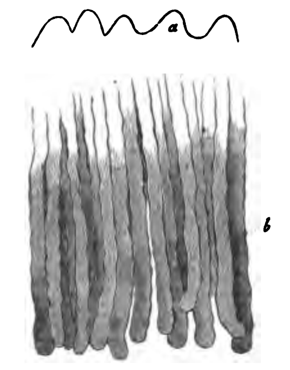


Fig. 140. Vertikalschnitt der menschlichen Magenschleimhaut. *a* Papillen der Oberfläche; *b* Drüsen.

Die Oberfläche unserer Schleimhaut ist nicht glatt, sondern uneben. Niederen oder höheren vereinzelten Vorsprüngen (Fig. 140 *a*) begegnet man da, oder vorspringenden Fältchen, welche kreuzend sich verbinden. Nur in den Thälern, niemals aber auf einem Hügel oder einer Falte, münden die Drüsen aus. Es kommen nach den Thierarten mancherlei Differenzen der Magenoberfläche vor. Im Allgemeinen zeigt die Kardialhälfte des Magens eine dünnere und ebenere Schleimhaut als die Pyloruspartie. Hier kann die Mukosa zuletzt eine Höhe von 2 mm gewinnen.

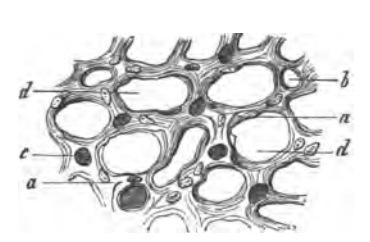


Fig. 141. Querschnitt durch die Magenschleimhaut des Kaninchens. *a* Schleimhaut-Bindegewebe; *b* Querschnitte leerer und *c* injizirter Blutgefässe; *d* Lücken für die Drüsen.

Eine enorme Menge schlauchförmiger Drüsen (Fig. 140 *b*) durchzieht die Schleimhaut. Die Massenhaftigkeit des Mukosengewebes ist darum jener Einbettung gegenüber eine geringe. Wir gewinnen ein gewöhnliches weiches Bindegewebe (Fig. 141 *a*). Lymphoide Umwandlungen des letzteren können sich jedoch einstellen.

Man hat die Drüsenschläuche des Magens in zwei verschiedene Formen, nämlich a) die sogenannten Labdrüsen und b) in die Magenschleimdrüsen, zerlegt.

*) Kommen (Fische und Amphibien) flimmernde Stellchen auf der Magenschleimhaut vor, so sind sie ebenfalls als Reste eines embryonalen Wimperüberzugs zu betrachten.

Erstere stellen die verbreitetere und wichtigere Drüsenformation her (Fig. 140). Sie münden theils vereinzelt (Fig. 134), theils treten mehrere Schläuche zum gemeinsamen Ausführungsgang zusammen (Fig. 142 1).

In beiden Fällen ist die Mündung auf dem Querschnitte rundlich erscheinend (2 *a*), und von dem gewöhnlichen schmalen hohen Zylinderepithel der Magenmukosa bekleidet (Fig. 134 *a*, 142 *a*).

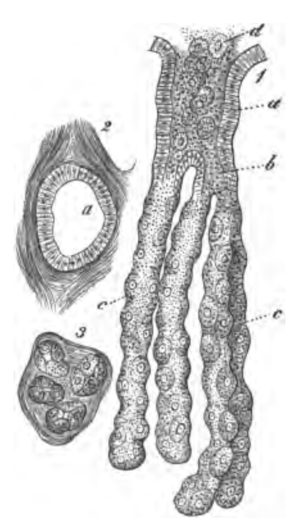


Fig. 142. 1. Eine zusammengesetzte Labdrüse des Hundes. *a* Die weite Ausmündung (*Stomach-cell*) mit dem Zylinderepithel; *b* die Spaltung; *c* die mit Labzellen bekleideten Einzelschläuche; *d* der austretende Inhalt. 2. Die Mündung *a* im Querschnitt. 3. Querschnitt durch die einzelnen Drüsen.

Der Drüsenkörper selbst erscheint als ein bald glattrandiger, bald ausgebuchteter Schlauch. Die *Membrana propria* zeigt die bekannten abgeplatteten Sternzellen.

Wenden wir uns (Fig. 134) vom Ausgangstheile der Drüse nach abwärts, so treffen wir bei *b* neue umgewandelte Zellenformation, breiter, niedriger und körniger. Weiter nach unten bei *c* erhalten wir ächte grosse Drüsenzellen (Labzellen). Aber erst bei *d* begegnen wir letzteren in höchster Ausbildung. Hier liegen einer ununterbrochenen Reihe kleinerer Drüsenzellen vereinzelte grössere, körnigere Elemente auf, von nischenartigen Ausbuchtungen der *Membrana propria* beherbergt. Unsere letzteren Gebilde sind die »Belegzellen« HEIDENHAIN's gegenüber der inneren Zellenreihe, seinen »Hauptzellen«.

Wir haben früher (S. 157) erfahren, wie verschieden das Bild der ruhenden und überarbeiteten Submaxillaris des Hundes ausfällt. Etwas Aehnliches — und man verdankt wiederum HEIDENHAIN die interessante Thatsache — zeigen die Labdrüsen. Beim hungernden Thiere ergeben sie sich glattrandig, etwas geschrumpft, ihre Hauptzellen durchsichtig. Einige Stunden nach reichlicher

Nahrungsaufnahme tritt uns ein wesentlich verschiedenes Bild entgegen. Die Labdrüsen sind jetzt geschwellt, ihre Wandungen ausgebuchtet, ihre Hauptzellen vergrössert und körnig getrübt. In späterer Periode kommt es wieder zur Abschwellung; doch bleiben die Hauptzellen auffallend getrübt.

Welche der beiden Zellen nun aber den Magensaft, Pepsin und Säure (s. unten), liefern, wissen wir trotz mancher Kontroversen noch nicht mit Sicherheit. Für uns sind die körnigen Belegzellen (Fig. 134, *d*) in Uebereinstimmung mit NUSSBAUM u. A. die Lieferanten des Pepsin.*) EDINGER bestreitet indessen — und wohl mit Recht — für den Menschen eine scharfe Trennung jener Haupt- und Belegzellen.

Die zweite Drüsenformation, die **Magenschleimdrüsen**, wurden schon vor Langem beim Schwein entdeckt. Sie nehmen bei Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen die Pylorusgegend in grosser Ausdehnung ein, beim Menschen dagegen hier nur eine schmale Zone. Sie sind abermals theils unverzweigte, theils verzweigte Schläuche. Man erkennt auch hier in dem ausführenden Gang (und er kann sehr bedeutende Länge gewinnen) das gewöhnliche Zylinderepithel der Magenschleimhaut (Fig. 128 *a*). Das untere eigentliche Drüsenstück zeigt dagegen niedrigere und an feinen Körnchen reichere kubische Zellen (*b*). Sie trüben sich in Essigsäure, und erinnern an die »Hauptzellen« der Labdrüsen.

Kleine **traubige Drüschen** (die Vorposten der später zu schildernden BRUNNER'schen Drüsen des Zwölffingerdarms) erscheinen in der Pylorusgegend des Menschen. Vereinzelte lymphoide Follikel bilden die uns von S. 126 bekannten **linsenförmigen Drüschen**.

An der Grenze der Schleimhaut gegen das submuköse Gewebe kommt ein Mattenwerk glatter Muskelfasern, die *Muscularis mucosae*, vor (S. 93). Dünne Züge steigen zwischen den Drüsenschläuchen empor.

*) Bei Fischen und Amphibien hat man nur eine Zellenform, Belegzellen getroffen.

Zierlich und bezeichnend fällt die Gefässanordnung in der Magenschleimhaut aus (Fig. 132). Dünne schlanke Arterienästchen, durch die Submukosa emporgestiegen, lösen sich in ein die Drüsenschläuche umspinnendes längsmaschiges Kapillarnetz auf. Um die Mündungen jener bildet letzteres Ringe. Hier, an der Oberfläche allein, erfolgt der Uebergang in Venenwurzeln, welche rasch zu starken, senkrecht absteigenden Blutadern sich vereinigen. Letztere bilden unter der Schleimhaut ein weitmaschiges Netz weiter Röhren.

Die Lymphbahnen entdeckte vor mehreren Jahren ein trefflicher schwedischer Forscher, Lovén. Mächtige Netze, in der Submukosa gelegen, entsenden nach aufwärts ansehnliche blindsackige Gänge, die zwischen den Drüsen bis nahe zur Magenoberfläche gelangen.

Der Magensaft, ein saures Wasser, enthält einen eigenthümlichen Fermentkörper, das Pepsin. Die Körnchen in den Beleg- (und möglicherweise auch den Haupt-)Zellen sind eben jene Substanz. Die Drüsenzelle hatte sie gebildet. Die eiweissverdauende Kraft des Sekretes müssen wir anderen Vorträgen überlassen.

Gehen wir über zum Dünndarm.

Seinen serösen Ueberzug und die aus doppelter Lage bestehende glatte Muskulatur übergehen wir hier. Die Schleimhaut dagegen erfordert abermals eine genaue Schilderung; denn ihr Bau ist zusammengesetzter als im Magen.

Wir treffen einmal hier eine Unzahl halbmondförmiger, grosser Falten (nach abwärts an Höhe zunehmend), die *Valvulae conniventes Kerkringii*. Die Oberfläche des Dünndarms springt daneben in Millionen komplizirter Papillen, in die Darmzotten vor. In der Mukosa begegnen wir ferner einer unendlichen Menge kleiner Drüsenschläuche, den Lieberkühn'schen Drüsen, und im Zwölffingerdarm kleinen traubigen Organen, den Brunner'schen Drüsen. Endlich beherbergt der Dünndarm solitäre und gehäufte (Peyer'sche) Lymphfollikel.

Das Gewebe der Dünndarmschleimhaut zeigt uns wiederum

eine *Muscularis mucosae*, aber dünner als im Magen, dann eine retikuläre, reichliche Lymphoidzellen beherbergende Bindesubstanz (Fig. 105 *a*). Auch die Darmzotten (Fig. 143) — wir haben ihrer schon in früherer Vorlesung (S. 118) gedacht — bestehen aus dem nämlichen Gewebe. Selbst die Oberfläche ist noch deutlich, wenn auch engmaschiger, durchbrochen. Einzeln oder mehrfach, in letzterem Falle zuweilen bogen- und brückenartig verbunden, treffen wir in der Axe das Chylusgefäss (Fig. 101 *d*), bedeckt von dünnen Zügen glatter Muskulatur (*c*), Abkömmlingen der *Muscularis mucosae*, und endlich umsponnen vom Schlingennetz der Kapillaren (*b*). Das wissen wir allerdings schon von früher her.

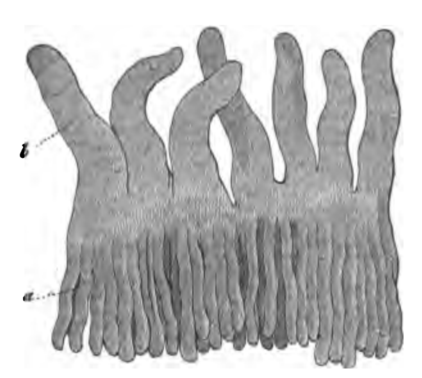


Fig. 143. LIEBERKÜHN'sche Drüsen der Katze (*a*) mit den darüber befindlichen Darmzotten (*b*).

Dass der ganze Darmkanal von Zylinderepithel ausgekleidet wird, erwähnte schon die zweite Vorlesung. Ebenso schilderten wir die Eigenthümlichkeit, welche die Zylinderzellen des Dünndarms darbieten, den verdickten, von feinsten Porenkanälen durchzogenen Saum der freien Oberfläche (Fig. 14).

Wenden wir uns zunächst zu den Drüsen. Bei weitem die wichtigere Formation sind die LIEBERKÜHN'schen Schläuche (Fig. 143 *a*). Sie nehmen in unendlicher Menge nicht allein die Mukosa der dünnen, sondern auch der dicken Gedärme ein. So werden wir an die Magendrüsen erinnert, und auch das Kapillarnetz ist dasselbe.

Die LIEBERKÜHN'schen Drüsen sind aber kleiner (nur 0,38—0,45 mm lang und 0,056 bis 0,09 mm breit). Ihre *Membrana propria* erscheint ebenfalls zarter; der Schlauch bleibt ungetheilt, und wird von einfacher Lage zylindrischer Drüsenzellen (Fig. 123 *b*) ausgekleidet. Die Ausmündung erfolgt regelmässig in den engen

Thälern, welche benachbarte Darmzotten eingrenzen. Als Sekret gilt der Darmsaft.

Von weit untergeordneterer Bedeutung sind die traubigen Drüsen des Zwölffingerdarms, die BRUNNER'schen (Fig. 144). Sie beginnen beim Menschen dicht hinter dem Magen, und bilden in gedrängtem Vorkommen ein der Submukosa eingelagertes förmliches Drüsenpolster. So erstrecken sie sich etwa bis zur Einmündung des Gallengangs, um weiter abwärts spärlicher zu werden. Die Säugethiere zeigen mancherlei Variationen.

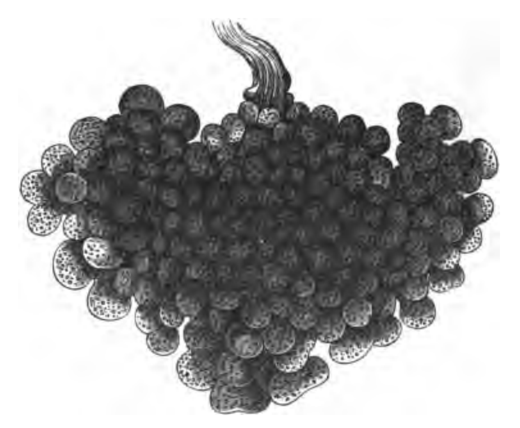


Fig. 144. Eine BRUNNER'sche Drüse des Menschen.

Beim Menschen wechselt die Grösse (0,25—2 mm). Die Acini erscheinen rundlich, verlängert, oder auch förmlich schlauchartig (0,056—0,14 mm). Gänge und Drüsenkörper tragen den gleichen Ueberzug niedriger zylindrischer, blasser und unregelmässiger Zellen. Irre ich nicht, so steht die BRUNNER'sche Drüse in der Mitte zwischen den gewöhnlichen traubigen Schleimdrüsen, den Schleimdrüsen und den serösen Drüsen. Ueber das Sekret wissen wir sehr wenig.

Im ganzen Dünndarm können vereinzelte lymphoide Follikel (Solitärdrüsen) vorkommen. Ihrer, sowie der gehäuften Lymphfollikel (der PEYER'schen Platten) hat bereits die elfte Vorlesung (S. 128) gedacht. Beiderlei Gebilde bieten beim Menschen nach Zahl, Grösse und Gestalt beträchtliche individuelle Verschiedenheiten dar (PASSOW).

Schon oben erwähnten wir, dass den LIEBERKÜHN'schen Schlauchdrüsen ein gestrecktes Netz der Blutgefässe zukommt. Aus ihm erheben sich, und in dasselbe kehren zurück die zu-

führenden und wegleitenden Gefässe der Darmzotten, welche das Schlingennetz (Fig. 101 *b*) herstellen.

Die Lymph- oder Chylusgefässe der Darmzotten, in die Mukosa herabgestiegen, bilden gleichfalls ein Netz, freilich ein viel unvollkommeneres weiterer Röhren. Unsere Fig. 115 (*a b c k* nach links) kann dieses zur Noth versinnlichen. Bei der Resorption des Speisebreies durchdringt dessen Fett im Zustande feinster Vertheilung zuerst die Leiber des Zylinderepithel; dann gelangt es in wandungsloser Bahn durch die retikulirte Bindesubstanz der Zotte und zuletzt in den die Axe einnehmenden blindsackigen Chyluskanal (Fig. 145). Man hat allerdings vielfach nach »präformirten Wegen« dieses Wanderungsprozesses gesucht; und sie sollen schon öfter gefunden sein. Allerdings dringt bei roher Injektion der Chylusbahn die Farbemasse in der Darmzotte weiter und sucht sich einen Weg nach den Stellen des geringsten Widerstandes. Etwaige Saftkanälchen (S. 121) müssen erst nach einer anderen schonenderen Methode gezeigt werden, soll man an ihre Existenz hier glauben. Beobachtungen, in der Absicht angestellt, eine Lücke des gegenwärtigen physiologischen Wissens um jeden Preis auszufüllen, begegnen naturgemäss grossem Misstrauen.

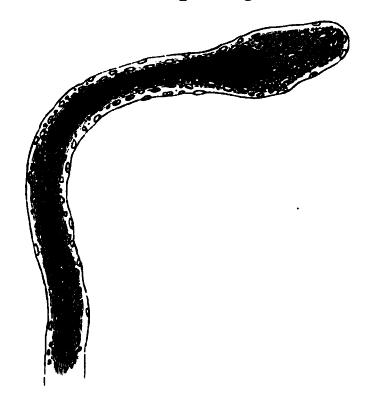


Fig. 145. Die sehr schlanke Darmzotte eines in der Verdauung getödteten Ziegenlamms ohne Epithel mit dem von Chylus erfüllten Lymphgefässe in der Axe.

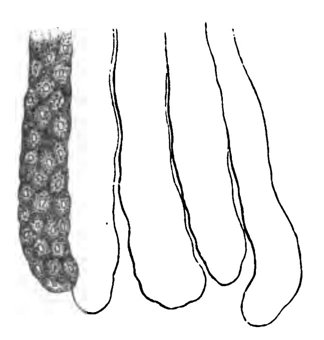


Fig. 146. Dickdarmdrüsen des Kaninchens. Ein Schlauch mit Zellen; die übrigen zellenfrei gezeichnet.

Die Lieberkühn'schen Schläuche setzen sich durch die ganze Schleimhaut der dicken Därme fort, erhalten aber jetzt — höchst überflüssig — einen neuen Namen,

den der Dickdarmdrüsen (Fig. 146). An ihnen selbst hat sich eben nichts geändert.

Die retikuläre Bindesubstanz der Dünndarmschleimhaut hat sich aber mehr gegen ein gewöhnliches Bindegewebe hin umgestaltet; der netzförmige Charakter ist nämlich weniger ausgesprochen, und die Menge der im Gewebe enthaltenen Lymphoidzellen hat gewaltig abgenommen. Endlich sind die Darmzotten der dünnen Därme vollständig verschwunden. Springt die Schleimhaut, wie im oberen Theile des Kaninchenkolon, noch in Papillen vor, so ergeben sich letztere breiter und als gewöhnliche Mukosenprominenzen, von Schlauchdrüsen durchsetzt (Fig. 106).

Vereinzelte lymphoide Follikel zeigt das Kolon. Im wurmförmigen Fortsatze des Menschen und Kaninchens liegt dagegen (S. 128) eine gewaltige Peyer'sche Platte vor.

Die Blutbahn der dicken Därme stimmt mit derjenigen des Magens (Fig. 132) zum Verwechseln überein. Lymphgefässe hat man ebenfalls für Fleisch- und Pflanzenfresser hinterher getroffen. Diejenigen aus dem oberen Kolon des Kaninchens versinnlicht unsere Fig. 106 *gfe*.

Am After grenzt sich das einfache Zylinderepithel scharf gegen die modifizirte Epidermis ab. Am unteren Darmende mischen sich ferner, nach Art der Speiseröhre, glatte und querstreifige Muskulatur.

Vierzehnte Vorlesung.

Pankreas und Leber.

Es sind uns noch die beiden grössten drüsigen Organe des Verdauungsapparates, Pankreas und Leber, übrig geblieben, Mit der Bauchspeicheldrüse sind wir bald fertig; dagegen bedarf ihrer Eigenthümlichkeiten halber die Leber genauerer Erörterung.

Das Pankreas ist ein gewaltiges traubiges Ding. Es erinnert an die Speicheldrüsen. Die rundlichen Acini ergeben 0,06—0,09 mm. Die *Membrana propria* soll platte Sternzellen ebenfalls besitzen. Das rundliche Gefässnetz brachte schon unsere Fig. 133. Die Lymphbahnen bedürfen noch genauerer Erforschung.

Ausgekleidet sind die Drüsenbläschen von kubischen Zellen. Letztere besitzen zwei Zonen, eine innere körnige und eine äussere hyaline. In halber Höhe erscheint der Kern. Die Körnchen lösen sich in Wasser, sind also nicht fettiger Natur und in ihrem chemischen Verhalten unklar. Wie Heidenhain lehrte, werden jene bei der Erzeugung des Bauchspeichels verbraucht und auf Kosten der hyalinen Masse wiederum erzeugt. Also innen Stoffverbrauch und aussen Stoffansatz!

Zwischen den Drüsenzellen erscheint das uns aus Fig. 131 bekannte Netz der Sekretionsröhrchen oder unserer Ansicht nach der Absonderungsspalten.

Dem dünnwandigen Ausführungsgange der menschlichen Bauchspeicheldrüse mangeln muskulöse Elemente. Nach abwärts zeigt er Schleimdrüschen.

Ein nicht hohes Zylinderepithel bedeckt ihn. Verfolgt man dieses bei Thieren in die Drüse hinein, so verflachen in den Aesten diese Zellen sich mehr und mehr. Zuletzt, in den Drüsenbläschen selbst, begegnen wir vollkommen plattenartigen Elementen, welche an die Endothelien der Gefässe erinnern. Dieses sind die sogenannten »zentro-azinären« Zellen (LANGERHANS), welche nicht allein dem Pankreas in grosser Ausdehnung, sondern auch der Parotis zukommen.

Wenden wir uns nun zur Leber.

Die Leber — wie die natürliche Aussen- oder eine künstliche Schnittfläche lehrt — besteht aus einzelnen gedrängten Feldern, den sogenannten Leberinseln oder Leberläppchen. Bei manchen Geschöpfen, wie dem Schwein, ist die Läppchenabgrenzung sehr deutlich. Leidlich noch zeigt das menschliche Organ in der kindlichen Lebensperiode die Grenzen der Läppchen, sehr verwischt dagegen beim Erwachsenen. Man nimmt für unsere Leberinseln 2,2 mm mittleres Ausmaass an.

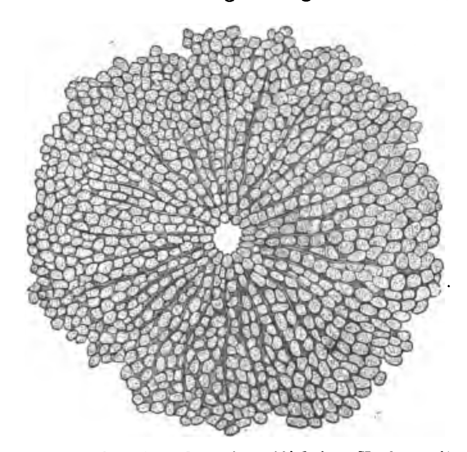


Fig. 147. Leberläppchen eines 10jährigen Knaben mit dem Querschnitt des zentralen Lebervenenstämmchens.

Ein Leberläppchen aber (Fig. 147) besteht wesentlich aus zahllosen Drüsenzellen und einem sie durchsetzenden ungemein entwickelten Kapillarnetze. Im Mittelpunkt des Läppchens vereinigt sich letzteres zu einem Anfangsästchen der Lebervene; äusserlich zeigen Pfortaderzweige und feine Gallenzweige die Abgrenzung an.

Der Leberzellen haben wir schon Fig. 127 gedacht. Diese dicken stumpfeckigen, im Mittel 0,018—0,023 mm messenden Gebilde enthalten Kerne von 0,006—0,007 mm mit Kernkörperchen.

Der weiche körnige Zellenleib, in dessen Innern gegenüber einzelnen Angaben der letzten Jahre wir keine weitere Komplikation anerkennen, bleibt hüllenlos, mit langsamer Kontraktilität versehen (LEUCKART). Brauner Moleküle des Gallenfarbestoffs im Zellenkörper, ebenso fettiger Einbettungen gedachten wir schon früher.



Fig. 148. Zellen der Fettleber; *a. b* mit kleineren Fettmolekülen und -Tröpfchen; *c. d* mit grossen Tropfen.

Letztere treten bei Säuglingen, dann bei Erwachsenen, welche eine opulente Diät führen, ebenso bei gemästeten Thieren auf. Sie bilden die sogenannte Fettleber (Fig. 148). Die Zelle erträgt eine derartige Fettüberladung (*c d*) relativ gut. Bei veränderter Lebensweise verschwindet der ungewöhnliche Inhalt bald wieder.

Im Läppchen (Fig. 147) liegen die Zellen radienartig an einander gedrängt, einfache Reihen bildend. Nach aussen kommen allmälich netzartige Verbindungen häufiger vor. Das sind die sogenannten Zellenbalken und Zellenbalkennetze unseres Organs.

Zwischen den Läppchen treffen wir interstitielles Bindegewebe, bald nur schwach entwickelt (Mensch), bald reichlich (Schwein). Es rührt dieses Bindegewebe zum Theil von der Leberhülle her, theils ist es die Fortsetzung einer Bindegewebescheide, welche die in die Leberpforte eintretenden Blutgefässe und Gallengänge umgibt (GLISSON'sche Kapsel).

Die Leber erhält ihr Blut aus zwei ungleich entwickelten Zuflussröhren, der weiten Pfortader und der engen Leberarterie. Erstere bildet um die Läppchen theils kürzere oder längere Zweige (Fig. 100), bald aber nahezu und wirklich ringförmige Züge (Schwein). Rasch zerfallen diese Aeste in das dichte Kapillarnetz 0,009—0,0126 mm weiter Röhren. Sie ziehen radienförmig zur Läppchenmitte, um sich in den hier befindlichen Anfangstheil der Lebervene einzusenken. Letztere, gleich den stärkeren Stämmen, ist ungemein dünnwandig, und äusserlich mit dem Leberparenchym verwachsen.

Die Zweige der Leberarterie, mit Pfortader und Gallengängen verlaufend, bilden einmal ernährende Gefässe für die beiden letztgenannten Theile, dann Kapselkapillaren; endlich dringen sie zu den Läppchen selbst. Entweder senken sie sich hier in Pfortaderästchen ein, oder gehen in den peripherischen Theil des Haargefässnetzes über.

Die beiderlei Netze, dasjenige der Leberzellenbalken und das der Blutgefässe, durchstricken sich auf das Innigste, so dass jede Lücke des einen Maschenwerks von Theilen des andern eingenommen wird.

Nach passender Behandlung zeigen, wie Beale und Wagner fanden, dünne Schnitte des erhärteten Lebergewebes ein ungemein zierliches Netzgewebe einer recht zarten, homogenen, kernführenden Bindesubstanz (Fig. 149 *a*).

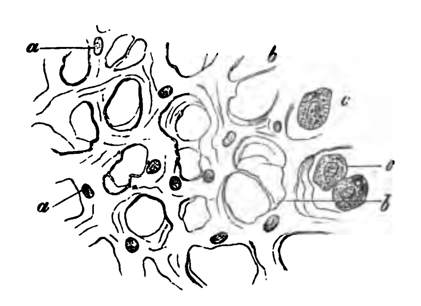


Fig. 149. Gerüstesubstanz aus der Leber des Kindes. *a* Homogene Membran mit Kernen; *b* fadenartige Stränge der ersteren; *c* einzelne noch erhaltene Leberzellen.

In der letzten Zeit des Fruchtlebens oder beim Neugeborenen (Fig. 149) besteht das Ding stellenweise deutlich aus doppelter Membran. Die eine Lage entspricht der Kapillarwandung (und zeigt hier und da einmal eine Zusammensetzung aus den platten Gefässzellen (Eberth)); die andere, die Leberzellenbalken umhüllend, repräsentirt eine feinste *Membrana propria*.

Grosse Schwierigkeit bot lange Zeit hindurch die Ermittlung der feinsten Gallenwege (Fig. 150). Durch mühsame schonende Injektion *) hat man hier endlich ein sicheres Resultat gewonnen (Gerlach, Budge, Andréjevic, Mac Gillavry).

*) Man kann diese vom Gallengang aus an der frischen Thierleiche anstellen. Dieses war das frühere Verfahren. Man kann aber auch in die Vene des lebenden Thieres indig-schwefelsaures Natron eintreiben, was bald (gleich der Niere) auch von der Leber abgeschieden wird (Chrzonszczewsky).

Zwar die feineren Astsysteme der Gallengänge erkennt man allerdings noch leicht (Fig. 150. 1). Sie laufen mit den Pfortaderzweigen (*b*) in den Zwischenräumen benachbarter Leberläppchen. Von ihnen entspringen feine Zweige, welche den Pfortaderast umstricken (*c*).

Nach einwärts setzen sich nun dieselben in ein wunderbar zierliches Netzwerk feinster Gänge, der sogenannten Gallenkapillaren (*d*), fort. Der Quermesser letzterer beträgt 0,0025—

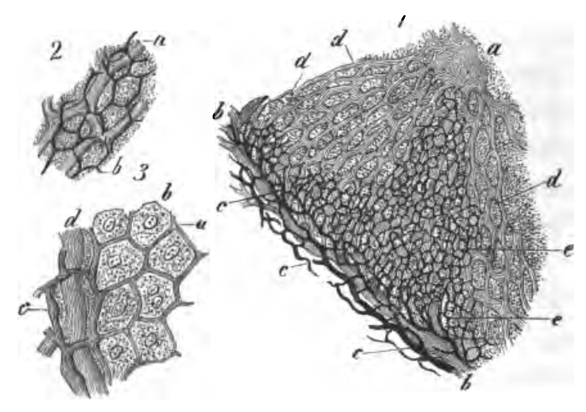


Fig. 150. Gallenkapillaren der Kaninchenleber. 1 Ein Theil eines Läppchens. *a Vena hepatica*; *b* Pfortaderast; *c* Gallengänge; *d* Kapillaren; *e* Gallenkapillaren. 2 Die Gallenkapillaren (*b*) in ihrem Verhalten zu den Haargefässen der Blutbahn (*a*). 3 Gallenkapillaren in ihrer Anordnung zu den Leberzellen. *a* Kapillaren; *b* Leberzellen; *c* Gallengängchen; *d* Haargefässe der Blutbahn.

0,0018 mm (Kaninchen). Mit eleganten kubischen Maschen (3 *a*) umgeben sie die einzelnen Leberzellen (*b*), so dass das zellige Element an der einen oder anderen Stelle seiner Oberfläche mit jenen feinsten Röhrchen in Berührung kommt. Dringt Injektionsmasse in die Leberzellen ein, so haben wir es ganz entschieden mit Extravasaten zu thun (Hering, Frey).

So haben wir also neben den beiden groben Netzen der Zellenbalken und Haargefässe das dritte feinste der Gallenkapillaren.

Auch die andern Wirbelthierklassen entbehren letzterer nicht. Doch ändert und vereinfacht sich Manches (Hering, Eberth), das Organ hat einen tubulösen Bau. In interessanter Weise zeigen sich

beim Menschen starke Anklänge an jenen auch in der Fötalperiode und in den ersten Jahren (Hering, sowie Toldt und Zuckerkandl).

Die Frage tritt nun an uns heran: Besitzen die Gallenkapillaren eine eigene Wand, oder stellen sie nur feinste lakunäre Gänge her? Welches ist ferner ihr genaueres Verhalten zu den Leberzellen?

An einer besonderen, wenn auch äusserst dünnen Wandung habe ich von dem Augenblicke an nicht gezweifelt, wo ich die Gallenkapillaren des Kaninchens zu studiren anfing. Man sieht hier nicht allein die künstlich erfüllten, sondern auch die angrenzenden leeren Röhrchen (oft in beträchtlicher Ausdehnung) regelmässig von scharfen geraden Linien eingegrenzt. Ein Lakunensystem zwischen kontraktilen Zellen würde ohnehin die Regelmässigkeit des Gallennetzes kaum darbieten können. Wir stimmen also in der Annahme der Wandung mit Eberth und Koelliker überein. Auch die Katzenleber zeigt Gleiches.

Schon vor Jahren hatte Andrejevic richtig es ausgesprochen, dass Blut- und Gallenkapillaren sich niemals berührten, dass vielmehr immer der Körper einer Leberzelle als trennendes Gebilde sich dazwischen lege.

Die Leber der Amphibien und Reptilien, selbst der Vögel zeigt dieses am deutlichsten. Indessen auch die verwickelteren Verhältnisse der Säugethierleber ergeben, wenn auch mühsam, dem aufmerksamen Beobachter das gleiche Resultat (Fig. 151). Wir sehen (*a*) theils quer, theils longitudinal die Blutgefässe. Die Gallenkapillaren (*c*) berühren die Leberzellen (*b*) mehrfach; stets aber bleiben Theile des Zellenkörpers als trennende Stücke zwischen jenen und den Haargefässen der Bahn.

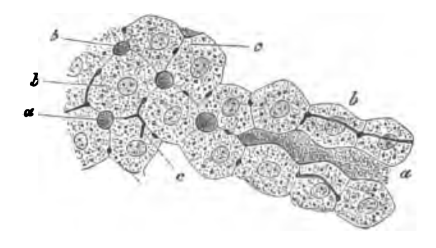


Fig. 151. Feinste Gallengänge der Kaninchen-Leber. *a* Blutgefässe; *b* Leberzellen; *c* Gallenkapillaren.

Unsere Figur lehrt ferner, dass eben nur an der Berührungsfläche zweier Zellen Gallenkapillaren auftreten. Wir werden somit

die äusserst dünne Wandung der letzteren als ein von benachbarten Zellen geliefertes festgewordenes Produkt anzusehen haben.

Die Lymphgefässe verlaufen in der GLISSON'schen Kapsel gleich Pfortader, Leberarterie und Gallengängen. In die Läppchen eintretend, umscheiden sie die Haargefässe der Blutbahn (MAC GILLAVRY, FREY, BIESIADECKY und ASP). Die zarte Aussenwand dieser »perivaskulären« Lymphbahnen bildet zweifelsohne die dünne *Membrana propria* der Leberzellenbalken.

Die Nervenendigung in den Leberläppchen muss als völlig unsicher bis zum heutigen Tage noch bezeichnet werden.

Sehen wir endlich nach dem ausführenden Gangwerk der Galle.

Zwischen den Läppchen zeigen diese Kanäle noch eine *Membrana propria* mit niedrigen Zylinderzellen bekleidet. Später wird die Wandung bindegewebig, die Zellen höher und einen von Porenkanälchen (S. 8) durchsetzten Saum tragend.

In den grössten, aus dem Leberparenchym hervortretenden Gängen findet sich eine äussere Faser- und eine innere Schleimhaut. In der Gallenblase kommen noch glatte Muskelfasern hinzu.

Die grössten Gallengänge besitzen zahlreiche Gruben (wohl Behälter der Galle) sowie traubige Drüschen.

Als *Vasa aberrantia* hat man Gallengänge bezeichnet, welche an verschiedenen Orten des Organs ausserhalb des drüsigen Parenchym gelegen sind. Hier ist es zu einem nachträglichen Schwunde des letzteren gekommen (TOLDT und ZUCKERKANDL).

Fünfzehnte Vorlesung.

Die Lunge.

Die Lunge entsteht nach der Art traubiger Drüsen, gewinnt aber später eine wesentlich andere Textur. Ihr ausführendes Gangsystem bedarf seiner Eigenthümlichkeit und Komplikation wegen einer besondern vorhergehenden Erörterung.

Die Knorpel des Kehlkopfes, Larynx, sind hyalin als *C. thyreoidea* und *cricoidea*. Die *C. arythenoideae* zeigen einzelne Theile schon elastisch umgewandelt. Reine Netzknorpel bilden die Wrisberg'schen und Santorini'schen Knorpel mit der Epiglottis. Hyaline oder bindegewebige Knorpelsubstanz stellen die *C. triticeae* her. Die Bänder des Kehlkopfs bieten einen beträchtlichen Reichthum an elastischem Gewebe dar. Rein elastisch bleiben die unteren eigentlichen Stimmbänder. Die Muskulatur ist querstreifig. Die Schleimhaut, ziemlich derb und an elastischen Elementen gleichfalls nicht arm, zeigt Einbettungen lymphoider Zellen. Sie führt traubige ächte Schleimdrüschen.

Stark geschichtetes Plattenepithel deckt die vordere Fläche der Epiglottis, schwächer gehäuftes die hintere bis gegen den Grund; ebenso auch die unteren Stimmbänder. Sonst begegnen wir gering geschichtetem Flimmerepithel, welches tief in die Lunge herabgeht.

Die Luftröhre oder Trachea mit ihrem Astsysteme, den Bronchien, stellt ein fibröses Rohr dar, dessen vorderer Wand Halbringe eines Hyalinknorpels (*Annuli cartilaginei*) eingebettet sind. Eine tiefere Lage querer glatter Muskulatur verbindet nach

hinten die Endtheile der Halbringe. In der Mukosa begegnen wir neben zerstreuten lymphoiden Zellen (Frankenhäuser) abermals zahlreichen Schleimdrüschen.

In der Lunge selbst werden die dichotomisch sich weiter und weiter theilenden Bronchien zu feinern und feineren Gängen. Die knorpligen Halbringe schwinden; einfache Plättchen treiben an ihre Stelle. Ihre letzten Reste bemerkt man noch an Kanälen von 0,23 mm. Die verdünnte Wandung trägt nunmehr ein einfaches Flimmerepithel von 0,0135 mm Höhe. Schleimdrüschen gehen noch tief herab; ebenso die glatte Muskulatur, welche um die Bronchialverästelung förmliche Ringe bildet, und möglicherweise bis zur Nähe der sogenannten Lungenbläschen sich fortsetzt.

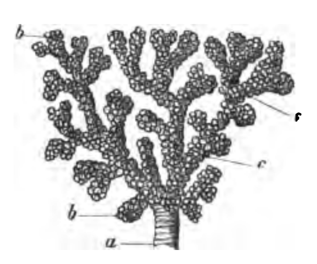


Fig. 152. Ein Stückchen Lunge eines Affen (*Cercopithecus*) mit Quecksilber erfüllt. *a* Ende eines Bronchialzweiges; *c* Alveolengänge; *b* Infundibula oder Lungentrichter.

Am Ende der letzten Bronchialästchen (Fig. 152 *a*) gelangen wir nun zum eigentlich respiratorischen Theile unseres Organs.

Wir erhalten hier zunächst dünnwandige (0,4—0,2 mm weite) Kanälchen, die Alveolengänge (Schulze).

Ihre spitzwinklige Verweigung erkennt man (*c*). An sie setzen sich seitwärts oder auch endständig kurze kegelförmige Hohlgebilde (*b*) an, die primären Lungenläppchen oder, wie man sie gewöhnlich nennt, die Lungentrichter, *Infundibula*.

Wie das Drüsenläppchen aus den Drüsensäckcken oder Acini besteht, so der eben erwähnte Trichter aus ähnlichen Gebilden, den Lungenbläschen, Lungenzellen oder Alveolen. Indessen sie sind weniger von einander getrennt, und stellen gewissermassen mehr Aussackungen der Wand dar, welche im gemeinsamen Hohlraum zusammenstossen. Ja in späterer Zeit kommt es nicht selten zur Resorption einzelner Wandungspartien. Denselben Ausbuchtungen der Wand des Alveolenganges zu Lungenbläschen (*c*) begegnet man überall.

Legen wir einen Schnitt durch das Lungengewebe, so treten uns die Alveolen in Form rundlicher und ovaler Räume entgegen (Fig. 153 *bb*). Ihre Durchmesser schwanken von 0,1128—0,3760 mm und steigern sich mit den Jahren.

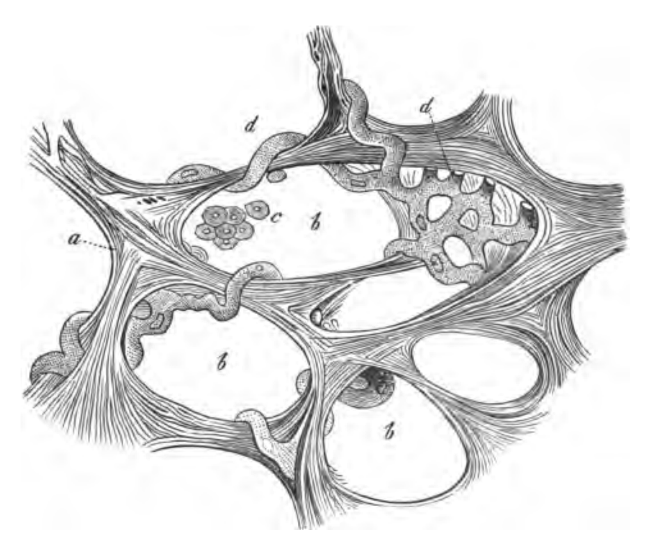


Fig. 153. Durchschnitt durch die Lungensubstanz eines Kindes von 9 Monaten. Eine Anzahl von Lungenzellen *b*, umgeben von den elastischen Fasernetzen, welche balkenförmig jene umgrenzen und mit der strukturlosen dünnen Membran die Wandungen derselben *a* bilden; *d* Theile des Kapillarnetzes mit seinen rankenartig gekrümmten und in die Hohlräume der Lungenzellen einspringenden Röhren; *c* Reste des Epithel.

Die hermetische Einlagerung der Athemorgane in die Brusthöhle zwingt den Lungenalveolen eine gewisse Ausdehnung bleibend auf. Bei ihrer grossen Dehnbarkeit folgen die Lungen der inspiratorischen Ausdehnung des Brustkorbs. Vermöge ihrer elastischen Kräfte, und unterstützt durch die Muskulatur ihrer Kanäle, ziehen sie sich bei jeder Ausathmung zusammen, soweit es eben die Brustwandung gestattet. Erst bei Eröffnung der Brusthöhle fällt die Lunge mit ihren Alveolen vollständig zusammen.

Die Wandung der Lungenbläschen, eine Fortsetzung des terminalen Gangsystems, ist ein sehr dünnes bindegewebiges Häutchen. Es wird umgeben von elastischen Fasern, feineren und gröberen, bald vereinzelten, bald gruppenweise zusammengelagerten. Letzteren begegnet man in den interalveolären Septen.

Der Boden der Lungenalveole zeigt nur feinste 0,0011 mm messende Elemente, theils mehr vereinzelt, theils netzartig verbunden.

Die primären Lungenläppchen des Neugebornen — später wird das Anordnungsverhältniss undeutlicher — bilden, durch bindegewebige Ausfüllungsmasse vereinigt, grössere oder sekundäre Läppchen, Letztere jedoch treten an der Oberfläche des Organs beim erwachsenen Menschen als (1—2 mm und mehr messende) Felder, eingegrenzt durch schwarze Masse, oftmals sehr deutlich hervor. Aus ihnen entstehen zuletzt die grossen Lappen. Ihre Schilderung fällt der deskriptiven Anatomie anheim.

Wir gedachten eben jener schwarzen Masse im interlobulären Bindegewebe. Auch zwischen und in den Wandungen der Lungenbläschen, ja in den Leibern ihrer Epithelzellen (von diesen reden wir später) kann das Ding vorkommen. Das ist das sogenannte schwarze Lungenpigment.

Wir bedienten uns eben des Beiwortes: »sogenanntes«. In der That, jene Massen sind in der Regel nicht Melanin, der komplizirte eisenhaltige dunkle Farbestoff des Organismus. Sie stammen vielmehr von aussen her; sie sind Kohle, eingeathmet im Zustande feinster Vertheilung, wie unser Kulturleben in geschlossenen Räumen es mit sich bringt.

Wildlebende Säugethiere zeigen nichts davon, wohl aber ihre zu Hausgenossen des Menschen gewordenen Verwandten. Bei einem beständig von Rauch und Russ umgebenen Menschen, oder gar bei Arbeitern in Kohlenbergwerken, kann die Lunge zuletzt ganz schwarz werden. Sperren wir einen Hund in einen beständige Russbildung entwickelnden Behälter, so tritt relativ schnell die gleiche Veränderung des Athemorganes auf.

Im Zustande feinster Vertheilung dringen jene Kohlenpartikelchen in die Epithelzellen und von ihnen aus ins Lungengewebe ein. Hier kommt ein grosser Theil derselben zur bleibenden Ruhe. Andere gelangen in die Lymphbahnen und von diesen aus in die lymphoiden Bronchialdrüsen. In letzteren Organen werden sie fixirt. Das ist die Melanose jener Gebilde.

Sehen wir jetzt nach der Gefässanordnung.

Durch den fortgehenden Zerfall der *Arteria pulmonalis* entsteht ein System feiner Blutkanäle, welche die einzelnen Lungenbläschen umkreisen, und hier vielfach zu unvollständigen oder vollständigeren Ringen sich verbinden (Fig. 154 *a*). Von ihnen entspringt ein ungemein dichtes Kapillarnetz 0,0056—0,0113 mm weiter Röhren, fast nur durch das dünne Häutchen der Alveolenwandung von der atmosphärischen Luft geschieden (*b*). Hier findet also der respiratorische Gasaustausch statt. Diese Haargefässe erscheinen gestreckt bei starker Ausdehnung der Lungenbläschen. Bei geringerer springen sie rankenartig in den Hohlraum ein. Wir werden an verwandte Verhältnisse des Muskels erinnert. Die Lungenvenen beginnen mit kleinen Aestchen in den interalveolären Scheidewänden. Zu stärkeren Stämmen allmälich zusammengetreten, begleiten sie die Bronchialverästelung und die Verzweigung der Lungenarterie.

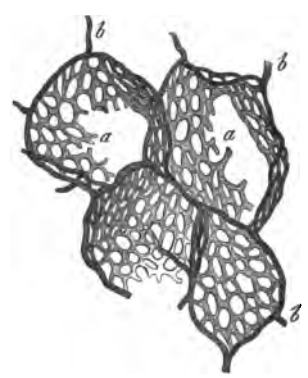


Fig. 154. Pferdelunge. *a* Kapillaren, *b* Ringgefässe.

Die Bronchialarterien gelten als Ernährungsgefässe des Athmungsorgans. Doch existirt zwischen ihnen und der respiratorischen Lungenarterie keine haarscharfe Trennung.

Erstere versorgen die Wände der grossen Blutgefässe, die angrenzenden Lymphknoten, das Bindegewebe zwischen den Lungenläppchen und unter der Pleura. Endlich bilden sie Kapillarnetze der verschiedenen Wandungsschichten des ausführenden Bronchialsystems. Doch das oberste Netz der Mukosa stammt sonderbarerweise vom respiratorischen Gefässsystem ab.

Ein eigenthümliches Ding scheint es endlich mit den Bronchialvenen zu sein. Sie sind vermuthlich nur die Rückflussröhren der arteriellen Zweige der grösseren Bronchialäste, der Lymphknoten und der Pleura zunächst am Lungenhilus. Die

venösen Wurzeln aus den Wandungen feinerer Bronchien senken sich dagegen in die respiratorischen Lungenvenen ein.

An Lymphgefässen ist die Lunge reich, sowohl unter der Pleura als im Bronchialsystem. Auch in den Lungenbläschen kommen lymphatische Lakunen vor, deren Abflussröhren die Blutgefässe hinterher umscheiden (WYWODZOFF).

Als letztes haben wir noch die Epithelialauskleidung der Alveolen zu erörtern. Hierüber ist viel verhandelt worden. Der Embryo der Säugethiere und des Menschen führt einen zusammenhängenden Ueberzug platter protoplasmatischer gekernter

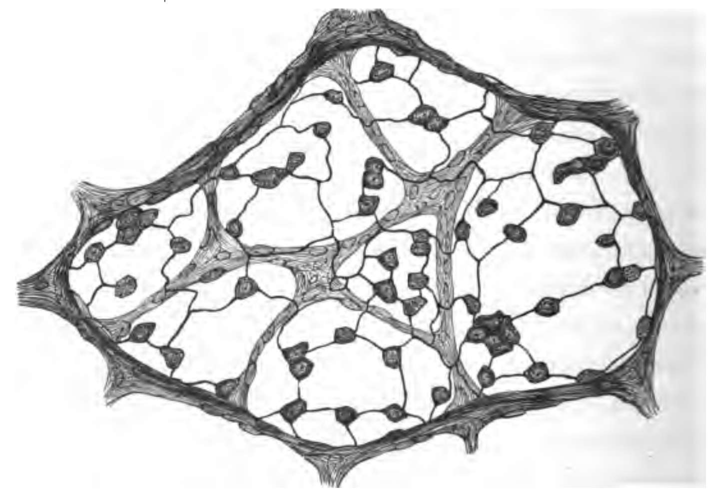


Fig. 155. Das Epithel aus dem Grundtheil eines unter der Pleura befindlichen Infundibulum der entwickelten Katze mit Höllenstein behandelt.

Zellen. Jedoch nach der Geburt, mit eingetretener Luftathmung, ändert sich die Sache. Jetzt (Fig. 155) bewahrt nur noch ein kleineres Kontingent unserer Zellen die alte Beschaffenheit. Ueber den Hervorwölbungen der Lungengefässe und über allen anderen Vorsprüngen ist das epitheliale Element zu einer viel ansehnlicheren, protoplasma- und kernlosen Schuppe geworden. Auch beim erwachsenen Menschen bewahrt dieses Alveolenepithel obigen gemischten Charakter.

Sechszehnte Vorlesung.

Die Niere mit den Harnwegen.

Der Bau der Säugethierniere ist ein höchst komplizirter. Ueberzogen wird das bohnenförmige Organ von einer wenig mächtigen, aber resistenten bindegewebigen Hülle. Am Hilus treten Blut- und Lymphgefässe aus und ein; ebenso verlässt hier der ausführende Kanal, der Harnleiter, unser Organ.

Die Niere (Fig. 156) besteht aus zweierlei Lagen, einer Rinden- und Marksubstanz. Erstere (oberhalb *f*) erscheint dem unbewaffneten Auge dunkler und gleichartig; letztere (*ab*), blasser, lässt ein radiales faseriges Gefüge erkennen. Sie springt bei den meisten Säugethieren mit einer einzigen grathartigen Zuspitzung in das Nierenbecken ein (*a*). Beim Menschen ist die Markmasse in eine Anzahl kegelförmiger Stücke getrennt, welche die Basen der Rinde und die Spitzen dem Hilus zukehren.

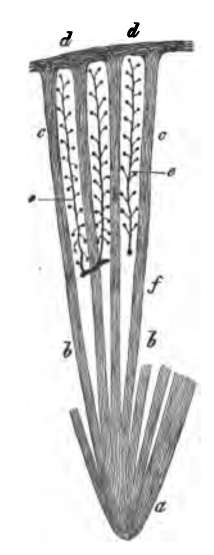


Fig. 156. Schema der Säugethierniere. *a* Papille; *b* gerade verlaufende Harnkanälchen des Markes; *c* sogenannte Markstrahlen der Rinde; *d* äusserste Rindenlage; *e* Rindenpyramiden mit der die Glomeruli tragenden Arterie; *f* Grenzschicht.

Das sind die Malpighi'schen oder Markpyramiden. Als *Columnae Bertini* bezeichnet man Herabsenkungen der Rindenmasse zwischen den Seitentheilen jener Kegel.

Rinde und Mark durchzieht ferner eine bindegewebige Gerüstesubstanz.

Das Element sowohl der Rinde als des Markes sind lange Drüsenröhren, die sogenannten Harnkanälchen oder Bellini'schen Röhren.

Im Mark mannigfach sich theilend, laufen sie radiär (*b*). Durch die Rinde setzen sie sich von Strecke zu Strecke in Form gerade laufender Faserbündel (*c*) fort. Man nennt sie hier Markstrahlen. Zwischen ihnen, freilich unvollkommen abgegrenzt, bleiben ansehnliche Stücke der Rindensubstanz (*e*), abgestutzten Pyramiden vergleichbar, übrig. Dieses sind die sogenannten Rindenpyramiden. In ihnen verlaufen die Drüsenröhrchen unter mannigfaltigsten Windungen, um zuletzt mit kolbiger Enderweiterung die hier allein vorkommenden Malpighi'schen Gefässknäuel oder Glomeruli (Fig. 102) zu umfassen.

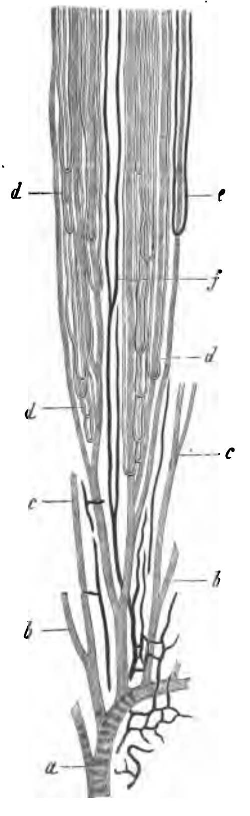


Fig. 157. Vertikalschnitt durch die Markpyramide der Schweinsniere (halbschematisch). *a* Stamm eines an der Pyramidenspitze mündenden Harnkanals; *b* und *c* dessen Astsysteme; *d* schleifenförmige Harnkanälchen; *e* Gefässschleifen und *f* Verzweigung der *Vasa recta*.

Beginnen wir nun die Erörterung des Einzelnen mit der innersten Abtheilung, mit den Spitzen der Markpyramiden, den Nierenwarzen oder *Papillae renales*. Hier allein, in Gestalt von 10 bis 30 Oeffnungen, mündet das ausführende Kanalwerk des so verwickelt gebauten Organes als ein System kurzer Gänge (Fig. 157 *a*). Denn sehr rasch hinterher kommt es zu spitzwinkliger Verzweigung in Aeste erster und zweiter Ordnung (*b c*) und noch ein paar Mal so fort. Das Ganze gewinnt damit ein reiserartiges Ansehen. Die Gänge verschmälern sich in Folge dieser fortgehen-

den Theilung von 0,3 und 0,2 zu 0,05 mm. Etwa 4—5 mm von der Papillenspitze entfernt, erlischt jedoch der Theilungsprozess; die gestreckten Gänge behalten den Quermesser in langer Bahn jetzt unverändert bei.

Zwischen ihnen — und es ist eine Entdeckung HENLE's — kommt noch ein System weit feinerer schleifenförmiger Kanälchen (*d*) vor. Geben wir, um ein ferneres Verständniss zu erleichtern, dem aus der gewundenen Rindenpartie herabkommenden und von ihr ausgehenden Schenkel den Namen des absteigenden und dem zur Organoberfläche zurückkehrenden die Benennung des aufsteigenden Schenkels. Ersterer pflegt den geringeren, letzterer den grösseren Quermesser zu besitzen. Die Zahl der Schleifenkanäle nimmt zu in dem Maasse, als wir die Rindenschicht nach aufwärts gegen die Marklage durchmustern.

Der Endstamm des ausführenden Kanalwerks wird von dem bindegewebigen Gerüste der Papillenspitze eingegrenzt, und bleibt ohne *Membrana propria.* Letztere kommt allmälich an den Astsystemen zum Vorschein, und ist deutlicher sowie derber an den Schleifenkanälchen. Niedrige Zylinderzellen von 0,03—0,02 mm grenzen den Querschnitt des ausleitenden Gangsystems ein (Fig. 158 *a*). In den weiteren Astsystemen wird die auskleidende Zelle noch niedriger (bis zu 0,016 mm).

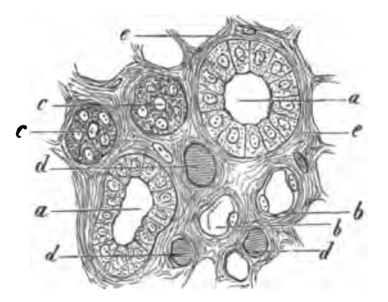


Fig. 158. Querschnitt durch eine Nierenpyramide des Neugebornen. *a* Sammelröhren mit zylindrischem Epithel; *b* absteigender Schenkel der Schleifenkanälchen mit platten, *c* zurücklaufender Schenkel der Schleife mit körnigen Zellen; *d* Gefässquerschnitt; *e* bindegewebige Gerüstesubstanz.

Verlassen wir jetzt für einen Augenblick den Ausführungsapparat. Forschen wir nach dem sekretbildenden Theile der Niere.

Wenden wir uns also zu der Kortikalschicht unseres Organs, und sehen wir vor allen Dingen die sogenannten Rindenpyramiden (Fig. 156 *e*) näher an. Sie zeigen in der Axe einen Ast der

Arteria renalis, welchem die Glomeruli mit seitlichen Zweigen aufsitzen, wie dem Stiel der Traube die Weinbeeren (Fig. 156 *e* und s. u. Fig. 161).

Eine Rindenpyramide aber — wir wiederholen früheres — besteht des Uebrigen gänzlich aus gewundenen Harnkanälchen. Sie nehmen also ihren Anfang mit einem ballonförmigen Stück, welches den Glomerulus umhüllt, wie der Beutel den Schwamm. Das ist die Müller'sche oder Bowman'sche Kapsel. Ihren verengten Uebergang in das Harnkanälchen (den sogenannten Hals) hat man erst in verhältnissmässig später Zeit entdeckt.

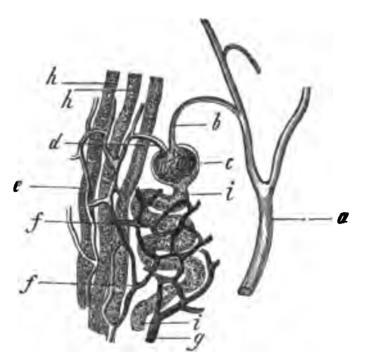


Fig. 159. Aus der Niere des Schweins (halbschematisch). *a* Arterienzweig; *b* zuführendes Gefäss des Glomerulus *c*; *d* *Vas efferens*; *e* Zerfall desselben zu dem gestreckten Haargefässnetz des Markstrahls; *f* rundliches der gewundenen Kanäle *i*; *g* Anfang des Venenzweigs.

Nur die äusserste Rindenpartie unseres Organs (Hyrtl nannte sie *Cortex corticis*) entbehrt dieser eigenthümlichen Gefässknäuel (Fig. 156 *d*, Fig. 161 *d*).

Die Innenseite jener Kapsel trägt eine Auskleidung grosser flacher Endothelzellen.

Die Oberfläche des Glomerulus zeigt eine Umhüllung kleinerer und weniger abgeplatteter Zellen. So fand ich es früher. Nach Heidenhain sind indessen letztere Elemente ebenfalls ganz flach. Nach Drasch sind die äusserlichen Glomeruli kleiner, die inneren, der Markmasse zugekehrten, grösser. Das ist richtig. Auch Differenzen in ihrer epithelialen Ueberkleidung und der Gefässanordnung sollen da vorkommen. Hier enthalten wir uns vorläufig eines Urtheils.

In den gewundenen Harnkanälchen treffen wir ein trübes, körniges, kubisches Epithel bei sehr verengtem Lumen.

Verfolgen wir jenes Drüsenröhrchen nach abwärts, so sehen wir es einen gestreckten geraden Verlauf annehmen. Anfänglich bleibt das Ding noch weit und die Drüsenzellen unverändert.

Dann, in die Markmasse eingedrungen, verengt es sich gewaltig, es wird jetzt zum absteigenden engen Schenkel des HENLE'schen Schleifenkanälchens. Eine merkwürdige Umwandlung der epithelialen Auskleidung ist aber dabei vorgegangen; ganz dünne, flache Schüppchen, wie Gefässendothel erscheinend, kleiden den Gang nun aus (Fig. 158 *b*).

Verfolgen wir die Schleife ferner, so gelangen wir in den aufsteigenden weiteren Schenkel. Sein Epithel ist wieder das alte trübe drüsige der gewundenen Harnkanälchen, was wir gegen LUDWIG aufrecht erhalten müssen.

Der rücklaufende Schenkel geht zuletzt in der Rinde — bald tiefer, bald der Oberfläche ganz nahe — in ein erweitertes darmartig gewundenes Ding, das sogenannte »Schaltstück«, über. Diese Schaltstücke münden in Mehrzahl in ein Sammelröhrchen ein; und letztere treten zu stärkeren Gängen zusammen. Das Ganze des Nierenzusammenhangs liegt also vor.

Ueber das trübe Epithel der gewundenen Harnkanälchen sowie des rücklaufenden Schleifenschenkels sammt dem Schaltstück hat in neuerer Zeit HEIDENHAIN eine interessante Entdeckung gemacht. Es trägt nämlich die Zelle einen ganz eigenthümlichen Charakter. Ihr Protoplasma ist grossentheils in eine beträchtliche Zahl sehr feiner Zylinderchen oder Stäbchen umgewandelt. Um den Kern, welchen diese »Stäbchenzellen« umhüllen, erhält sich ein Rest des unveränderten Protoplasma, ebenso zwischen den Stäbchen. Letztere, mit welchen die Drüsenzellen der Membran aufsitzen, geben dem Querschnitt der betreffenden Harnkanälchen ein radiär-streifiges Ansehen.

Die Markstrahlen durchbrechen im Uebrigen die Rinde, wie Gruppen dicht neben einander eingeschlagener Stifte ein Brett. Ihre Bestandtheile sind zweierlei Art. Einmal erhalten wir die kortikalen, bis zur Nierenoberfläche strebenden Ausläufer des ausführenden Kanalwerks der Markmasse; dann gesellen sich ihnen mit geringerem Quermesser die oberen Partien der aufsteigenden Schleifenkanälchen zu.

Ich kann nicht voraussetzen, dass der hochverwickelte Bau der Säugethier- und Menschenniere Jedem hiermit verständlich sei. Wiederholen wir also nochmals in Kürze. Aus dem Glomerulus (Fig. 160 *g*) und gewundenen Rindenkanälchen (*f*) gelangt das Sekret in den absteigenden, den engeren Schenkel (*e*) und von diesem in den aufsteigenden, oder den weiteren (*d*). Aus letzterem durch das Schaltstück (*c*) dringt das Sekret in das ausführende Gangsystem (*b* und *a*). Solch langen Weg durchläuft also unser Harn!

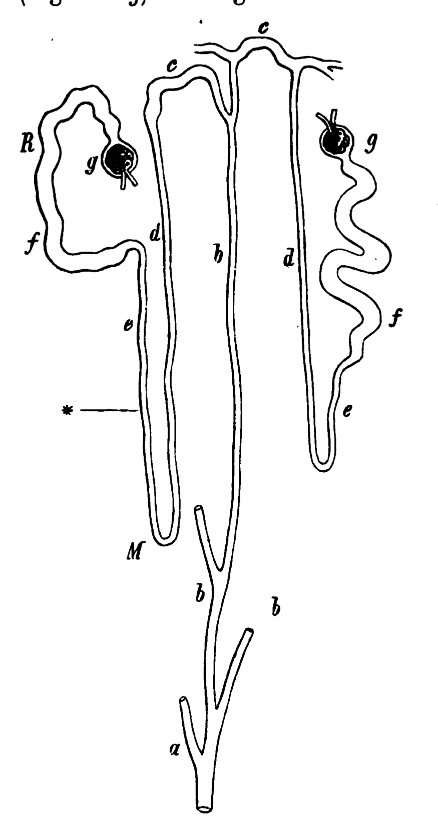


Fig. 160. Schema der Harnkanälchen im Vertikalschnitt der Niere. *R* Rinde; *M* Mark; *Grenze; *a* ausführendes Gangwerk mit den Astsystemen *b*; *c* Uebergangskanäle (oder Schaltstücke) in dem aufsteigenden oder rücklaufenden Schenkel *d*; *e* absteigendes, *f* gewundenes Harnkanälchen der Rinde; *g* Kapsel mit Glomerulus.

Die Gerüstemasse besteht in der Rinde aus einem dürftigen Fachwerk eines zusammenhängenden unentwickelten Bindegewebes. Etwas stärker wird letzteres in der Marksubstanz, namentlich nach abwärts (Fig. 158 *e*). Zellen fehlen nicht.

Es sind uns noch die Blut und Lymphgefässe des Organs übrig geblieben.

Die erstere Gefässanordnung (Fig. 161) ist abermals der verwickeltsten eine. Einzelne Verschiedenheiten der Meinung herrschen begreiflicherweise hier noch immer.

Arterien- und Venenäste dringen beim Menschen vom Hilus aus ins Innere unter weiterer Verästelung. Nach Abgabe von Zweigen zur Kapsel durchbohren sie letztere ausserhalb der

Nierenkelche, in der Regel ein arterieller Ast begleitet vom venösen. So gelangen sie zwischen den Markpyramiden zu den Basen der letzteren (*ah*). Hier kommt es zu bogenartigen Anordnungen, unvollkommneren für die Arterien als die Venen.

Aus den Arterien entspringen jetzt (*b*) die knaueltragenden Aeste, welche, den Axentheil der Rindenpyramiden einhaltend, bis zur Oberfläche laufen, und seitlich die *Vasa efferentia* der Glomeruli (*c*) abgeben. Bei niederen Thieren, z. B. dem Frosch, der Natter, bildet der letztere eine einzige knauelförmige Windung. Bei Mensch und Säugethiere (Fig. 102) begegnen wir dagegen innerhalb letzterer den schon S. 113 erwähnten spitzwinkligen Theilungen, welche hinterher zum einfachen *Vas efferens* sich vereinigen.*)

Dieses (Fig. 159 *d*, Fig. 161) löst sich nun in eigenthümlicher Weise zum Haargefässnetz auf (Key) und zwar zunächst zum längsma-

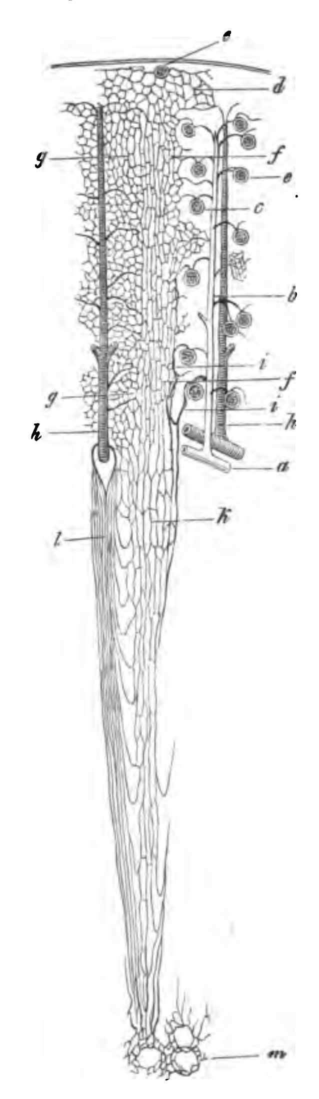


Fig. 161. Die Gefässanordnung der Niere im Vertikalschnitt. *a* Arterienast an der Grenze von Rinde und Mark; *b* knaueltragende Arterie; *c* *Vasa afferentia* der Glomeruli; *d* Kapillarnetz der äussersten Rindenschicht; *e* Vene dieser Stelle; *f* gestrecktes Kapillarnetz der Markstrahlen; *g* rundliches um die gewundenen Harnkanälchen der Rindenpyramiden; *h* Venenzweig der Rinde; *i* ausführende Gefässe tiefster Glomeruli; *k* ihr Kapillarnetz; *l* venöse Röhren des Marks; *m* Kapillarnetz der Papille.

*) Man findet sehr verbreitet die Ansicht, dass es nicht möglich sei, von der Vene aus den Glomerulus zu injiziren. Nach dem Vorgange Chrszonzcewsky's gelang mir dieses zuweilen an Säugethiernieren ziemlich leicht. Ich habe dieses schon 1865 in der zweiten Auflage des »Mikroskop« erwähnt. Dieses zur Berichtigung eines von Steinach begangenen Uebersehens.

schigen der Markstrahlen (Fig. 159 *e*, Fig. 161 *f*). Aus der Peripherie desselben setzt sich dann ein rundliches Maschenwerk etwas weiterer Röhren zu den gewundenen Harnkanälchen der Rindenpyramiden fort (Fig. 159 *f*, Fig. 161 *g*).

Die äusserste Rindenlage, Hyrtl's *Cortex corticis*, erhält ihr Blut von den ausführenden Gefässen höchst gelegener Glomeruli und den Endästen der knaueltragenden Arterien (Fig. 161 *d*).

Gehen wir zu den Venen der Rinde über. Ganz oberflächlich erscheinen sternförmige Venenwürzelchen, die sogenannten *Stellulae Verheyenii* (*e*). Dann bildet sich mit jenen Sternen zusammenhängend in der Rindenpyramide ein langer, der knaueltragenden Arterie eng anliegender Venenstamm (*h*). In seine regelmässigen Seitenzweige mündet also das rundliche Kapillarnetz der Rindenpyramiden ein. Er selbst senkt sich an der Grenze von Rinde und Mark in die venösen Bogengefässe, deren wir oben gedachten.

Soweit steht Alles fest. Nun aber herrschen für die Gefässverhältnisse des Marks Verschiedenheiten der Ansichten. Langgestreckte Gefässbüschel, welche in der obersten Partie der Markmasse, der sogenannten Grenzschicht (Fig. 156 *f*), auftreten, nennt man *Vasa recta* (Fig. 157 *f*, 161 *k* und *l*). Sie gehen einmal bald höher oben, bald tiefer abwärts schleifenartig, schlingenförmig in einander über, und könnten mit Schleifenkanälchen der Harnwege verwechselt werden (Fig. 157 *e*). Dann bilden unsere *Vasa recta* um die Mündungen der Harnkanäle an der Spitze der Markpyramiden ein zierliches Netz (Fig. 161 *m*).

Vielfach — wenn auch nicht vorwiegend — tragen jene *Vasa recta* einen venösen Charakter (*l*); sie sind eben Fortsetzungen des Kapillarnetzes der Rindenpyramiden.

Dann — und wir halten diese Zuflussquelle für die wichtigere — entstehen die Markgefässe durch Zerfall der *Vasa efferentia* tiefster Glomeruli (Fig. 161 *i*).

Unerheblich sind dagegen unserer Meinung nach sehr vereinzelte arterielle Zweige, welche vor Abgabe der Glomerulusäste schon die knaueltragende Arterie verlassen haben. Manche For-

scher haben diesen sogenannten *Arteriolae rectae* dagegen grosse Bedeutung beigelegt.

Aehnlich gestaltet sich die Vereinigung der *Vasa recta* zu Venenwurzeln (*l*). Diese haben vielfach einen quastenartigen Charakter. Ihre Zuflussröhren sind die rücklaufenden Schenkel der Schleifengefässe und die abführenden Kanäle der Papillenspitze. Die Einsenkung unserer Venenwurzeln geschieht theils in das untere Endstück der Rindenvenen, theils in die bogenartigen Verbindungen an der Grenze von Rinde und Mark.*)

Die Lymphbahnen kennen wir für die Hundeniere (Ludwig und Zawarykin). Sie nehmen die Interstitien eines unter der Kapsel befindlichen spaltenreichen Bindegewebes ein, stehen von hier aus mit den Kapselbahnen in Verbindung, und formen dann in der Rindenpyramide feinere tiefere Wege zwischen Harnkanälchen, Kapseln der Glomeruli und Blutgefässen. Später, im Injektionsversuche, füllen sich die engeren Gänge des Markstrahles und zuletzt die Lymphwege der Marksubstanz selbst. Das Ganze erinnert an die Anordnung im Testikel (s. unten). Klappenführende ächte Lymphgefässe erscheinen aber erst an der Ausfuhrpforte, am Hilus.

Eine Frage tritt an uns heran. Welcher der beiden Gefässbezirke, derjenige des Glomerulus oder das die Harnkanälchen umspinnende Netz, sondert den Harn ab? Man hat dem Glomerulus diese Rolle überwiesen, und dem Kapillarnetz der Harnkanälchen nur die Bedeutung einer resorbirenden Einrichtung ertheilt (Ludwig). Nach einer anderen Ansicht (Bowman) sondern aber die Glomeruli vorzugsweise das Wasser ab, und die Zellen der Harnkanälchen als ächte Drüsenzellen liefern die bezeichnenden festen Bestandtheile des Urin, welche das vorbeiströmende Wasser auswäscht. Bedeutungsvoll für diese Bowman'sche Theorie ist eine

*) Steinach möchte noch eine nicht näher bekannte Kommunikation annehmen zwischen arteriellen und venösen Zweigen von weiterem Kaliber als die Haargefässe und diejenigen des Glomerulus. Wir theilen diese Ansicht nicht.

neue und, wie ich sagen kann, richtige Beobachtung HEIDENHAIN's. Indigschwefelsaures Natron, in die Venen eines lebenden Säugethieres eingespritzt, wird nicht durch die Glomeruli, sondern durch die gewundenen Drüsenkanälchen der Rindenpyramiden ausgeschieden.

Sehen wir endlich noch nach den fortleitenden Harnwegen.

Nierenkelche und Nierenbecken zeigen eine bindegewebige Aussenschicht, eine mittlere Lage gekreuzter glatter Muskeln (namentlich des Nierenbeckens), dann eine Mukosa mit dem S. 38 erwähnten Plattenepithel. Auch Schleimdrüsen können vorkommen.

Im Ureter wird die Muskulatur stärker. Eine Aussenschicht zeigt longitudinale, eine Innenlage quere Fasern. Nach abwärts kommt eine dritte innerste Längslage hinzu.

Die Harnblase besitzt verwandten Bau. Die Muskelschicht, bedeutend mächtig, besteht aus schiefen und queren netzartig verbundenen Faserbündeln. Als stärkere Ringschicht am Blasenhals erscheint der *Sphincter vesicae.* Ueber Scheitel und vordere Wand des Organs laufen die Längszüge des *Detrusor urinae* hin. Schleimhaut und Plattenepithel bleiben gleich. Letzteres passt sich den wechselnden Ausdehnungsverhältnissen der Blase an und bietet demgemäss bald höhere, bald niedrigere, plattgedrückte Zellen dar (PANETH, LONDON, SCHIEFFERDECKER). Einfachen Schleimdrüschen begegnet man ebenfalls. Die Lymphbahnen der Harnblase erforschten vor einigen Jahren HOGGAN und Gattin.

Die weibliche Harnröhre, Urethra, bildet eine längsfaltige, Papillen besitzende Mukosa dar. Die letztere, sehr blutreich, führt abermals zahlreiche Schleimdrüschen, deren grössere den Namen der LITTRÉ'schen tragen. Eine stark entwickelte Muskellage besteht aus längs- und querlaufenden Fasern. Das Epithel ist ein geschichtetes plattenförmiges.

Siebzehnte Vorlesung.

Die weibliche Generationsdrüse, der Eierstock mit den ausführenden Theilen.

Das wichtigste Stück des weiblichen Geschlechtsapparates bildet ein sonderbar gebautes Organ, der Eierstock, Ovarium. Seine Gestalt ist plattoval, zuweilen bohnenförmig, so dass ein Hilus mit ansehnlichen ein- und austretenden Blut- und Lymphgefässen herauskommt.

Man kann am Ovarium eine Art Marksubstanz, d. h. eine bindegewebige, ungemein blutreiche Masse oder die Gefässzone Waldeyer's, und dann eine umlagernde drüsige Schicht, die Parenchymzone, unterscheiden.

Die Markmasse beginnt am Hilus. Sie erinnert durch die mächtigen Gefässbahnen an das später zu besprechende kavernöse Gewebe der Harn- und Geschlechtswege. Aeusserlich strahlt jene Marksubstanz in ein die drüsige Rindenlage durchsetzendes Fachwerk aus. An der Oberfläche des Organs tritt das letztere wieder zu festerer kontinuirlicher Masse zusammen (Fig. 162 *b*). Ueberzogen wird der ganze Eierstock normal von einer einfachen Lage niedriger Zylinderzellen (*a*). Diese Zellenschicht, früher irrthümlich eine Serosa genannt, trägt jetzt den Namen des Keimepithel, eine Bezeichnung, deren Richtigkeit wir später kennen lernen werden.

Das Keimepithel kann im Uebrigen, was wir sogleich hier bemerken möchten, auch doppelschichtig sein, nur lokal vorkommen

und auch bei alten weiblichen Säugethieren fehlen. Seine Beziehung zum Peritonealepithel ist noch kontrovers.

Wir haben zunächst den drüsigen Bestandtheilen des Ovarium, als den bei weitem wichtigeren, Rechnung zu tragen.

Unter der festeren bindegewebigen Grenzlage begegnen wir einer fast gefässlosen Schicht jüngster Eichen, der kortikalen oder der Zone der Primordialfollikel (Fig. 162 *c*).

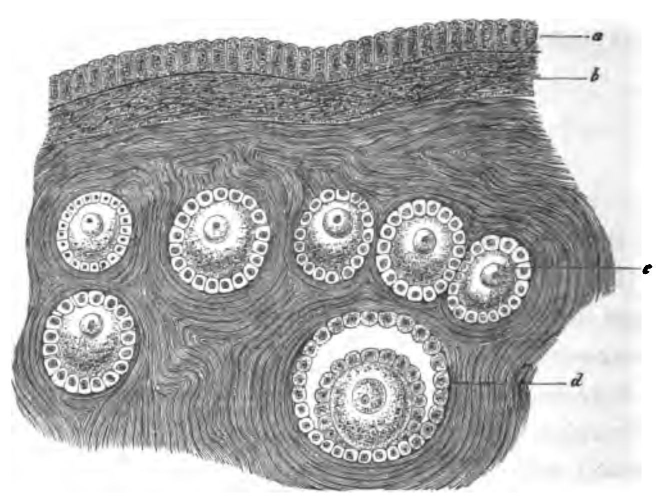


Fig. 162. Eierstock des Kaninchens. *a* Keimepithel (angebliche Serosa); *b* Rinden- oder äussere Faserlage; *c* jüngste Follikel; *d* ein etwas weiter ausgebildeter älterer.

Hier entdecken wir die schon Fig. 4, 1 dargestellten jungen Eizellen, schöne kuglige Elemente (0,0587 mm gross) mit elegantem kugelförmigen und bläschenartigen Kern (0,0226 mm). Ein hüllenloses, Fettkörnchen bergendes Protoplasma stellt den Zellenleib her. Umgeben ist jedes dieser Eichen von einem Kranze kleiner gekernter Zellen, welche wir vom Keimepithel ableiten. Eingehüllt wird Alles zuletzt von Bindegewebe. Das sind die sogenannten primordialen Follikel, welche hier, oft recht gedrängt vorkommend, einen ganz enormen Ueberschuss der Eikeime darbieten.

Andere Primordialfollikel (Fig. 4, 2) werden grösser. Das Eichen, das mittlerweile ebenfalls etwas zugenommen hat, erscheint

von glasheller dickerer Schaale umgeben. Die umhüllenden kleinen Zellen bilden nun eine doppelte Reihe (*a*).

In weiterer Entwickelung trennen sich aber beide Zellenschichten von einander; es entsteht somit ein kleiner, mit eiweisshaltiger, klarer Flüssigkeit erfüllter Hohlraum (Fig. 162 *d*).

Letzterer wird im heranwachsenden Follikel grösser und grösser. Die kleinen Zellen vermehren sich, und stellen allmälig ein geschichtetes Epithel her. An einer Stelle liegt, der Wand

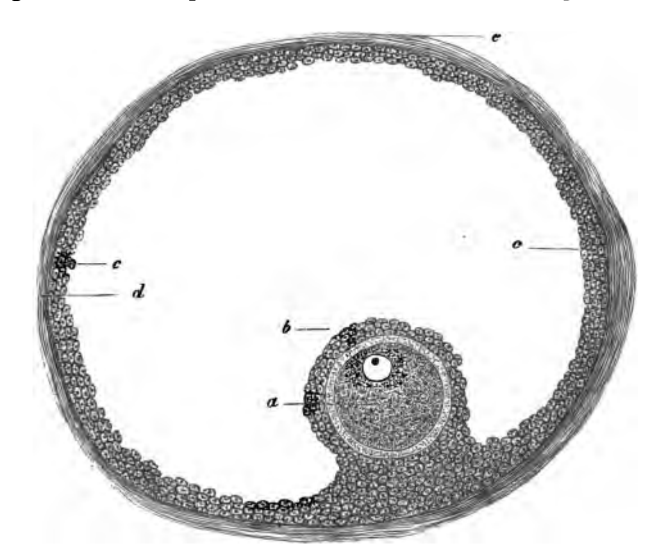


Fig. 163. Reifer Follikel. *a* Ei; Epitheliallage dasselbe umhüllend *b* und den Innenraum auskleidend *c*; *d* bindegewebige Wand; *e* Aussenwand des Follikels.

angedrängt und von einem Haufen jener Zellen umhüllt und gehalten, das Ei. Ein entwickeltes Gefässnetz hat sich inzwischen in der Follikelwandung ebenfalls entwickelt.

Der normale Eierstock enthält endlich noch eine geringe Anzahl reifster Drüsenkapseln (12—20). Das sind die schon in alter Zeit durch de Graaf entdeckten Graaf'schen Follikel (Fig. 163). Ihre Grösse wird durch das Ausmaass des Säugethieres in etwas bedingt. Beim Menschen erreichen sie zuletzt 6—9 mm.

Die Wand besteht aus doppelter Lage, einer inneren mit dichtem Kapillarnetz und einer äusseren mit der Ausbreitung

stärkerer Blutgefässe. Die Wand selbst (*ed*) ist unentwickeltes Bindegewebe. Man begegnet hier wiederum den S. 63 erwähnten körnigen Bindegewebezellen. Sie können mantelartig die Gefässe umgeben. Die kleinen Epithelzellen des Follikels messen 0,0074 bis 0,0113 mm (*c*).

An einer Stelle, meist in der Tiefe des Follikels (Schrön, His), doch zuweilen auch an der Oberfläche, also dem Keimepithel zugekehrt (Waldeyer), begegnen wir, umhüllt von stärkerer Epithelialschichtung (*b*), dem reifen Ei (*a*).

Dasselbe bleibt beim Säugethier ungewöhnlich klein, 0,2—0,3 mm im Durchmesser. So erklärt es sich, dass erst im Jahre 1827 ein hochverdienter Forscher, K. E. von Baer, die Entdeckung machte. Uns erscheint dieses heutigen Tages fast unbegreiflich; denn ein scharfes Auge sieht das dem zerrissenen Follikel entnommene Eichen als ein weisses Pünktchen ohne jede Lupe. Indessen der Nachfolger steht auf den Schultern des Vorgängers.

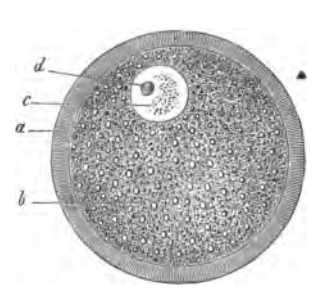


Fig. 164. Reifes Kaninchenei. *a* Zona pellucida; *b* Dotter; *c* Keimbläschen; *d* Keimfleck.

Bleiben wir noch einen Augenblick bei dieser wichtigsten aller Zellen (Fig. 164) stehen, ohne welche es keine höhere Thierwelt geben würde. Reinigen wir es von den ansitzenden, jetzt zylindrisch gewordenen Zellen der Epithelialumhüllung, so fällt uns vor Allem als dicke (0,009—0,0113 mm) resistente wasserhelle Kapsel die sogenannte *Zona pellucida* oder das Chorion auf (*a*). Es ist ein nach einwärts abgelagertes Produkt umhüllender kleinerer Zellen und bei starken Vergrösserungen nicht gar selten von feinsten radialen Gängen, sogenannten Porenkanälchen, durchzogen. Ein weiterer die Zona durchbohrender Gang, welcher zum Eindringen der Spermatozoen dienen sollte, eine sogenannte »Mikropyle«, existirt dagegen am Säugethier- und menschlichen Ei nicht.

Der Zellenkörper (*b*) erscheint als eine dickflüssige, mehr oder

minder trübe Masse. Körnchen eiweissartiger Stoffe erblicken wir da, ebenfalls kleine Fetttröpfchen. Die Menge letzterer kann bei manchen Säugethieren gross und die Masse dunkler und dunkler werden. Man nennt diesen Zellenleib bekanntlich den Dotter, Vitellus.

Der Zellenkern (*c*) fesselt durch seine elegante, von feinster Linie begrenzte Kugelgestalt unsere Aufmerksamkeit. Er liegt jetzt exzentrisch; sein Durchmesser beträgt 0,0377—0,0451 mm. Man hat ihn mit dem Namen des Keim- oder PURKINJE'schen Bläschens versehen.

In ihm, fast immer in Einzahl, bemerken wir endlich das Kernkörperchen (Fig. 164 *d* und 10), ein fettartig erglänzendes Korn von 0,0046—0,0068 mm Ausmaass. Es trägt den Namen des Keimflecks oder des WAGNER'schen Flecks, der *Macula germinativa**).

Die Blutgefässe des Ovarium gelangen also, wie wir schon oben erwähnten, vom Hilus aus in die Markmasse. Sie gewinnen hier alsbald solche Entwicklung, dass das Bindegewebe eine relativ schwache Verbindungssubstanz herstellt. Mit letzterem Gewebe verwachsen ist die Aussenfläche der Venen. Spindelzellen des Bindegewebes dürften muskulös sein; denn der Eierstock ist kontraktil (HIS, FREY). Von dem Mark schieben sich ferner zahlreiche und elegante Gefässausbreitungen zwischen die Follikel der Rinde vor, sie mit dem bereits geschilderten Netzwerk umspinnend. Nur die Kortikalzone verarmt sehr an Blutströmen, wie wir auch schon wissen.

Einen beträchtlichen Reichthum lymphatischer Bahnen treffen wir ebenfalls in der Markmasse. Ein Netzwerk derselben umspinnt auch den Follikel.

*) Wir haben soeben ganz gewöhnliche Dinge mit besonderen Namen versehen kennen gelernt. Diese Nomenklatur stammt aus einer älteren Epoche der Embryologie. Es heisst ferner die Follikelwand *Theca*, ihre epitheliale Auskleidung hat man als *Formatio* oder *Membrana granulosa* und die das Ei umgebende Zellenmasse als *Cumulus proligerus* bezeichnet.

Der sogenannte Nebeneierstock, das Paroarium, stellt den Rest der embryonalen Urniere oder des Wolff'schen Körpers dar. Das Ding besteht aus bindegewebigen, von Wimperzellen bekleideten Gängen.

Auch der Eierstock nahm einmal von jener Urniere seinen Ausgang, und die bleibende gewöhnliche Niere vom ausführenden Gang letzterer Drüse. Wir können darauf hier leider nicht weiter eintreten; wir bemerken nur, dass nach Waldeyer beim Hühnerembryo frühzeitig an der inneren Seite der Urniere eine

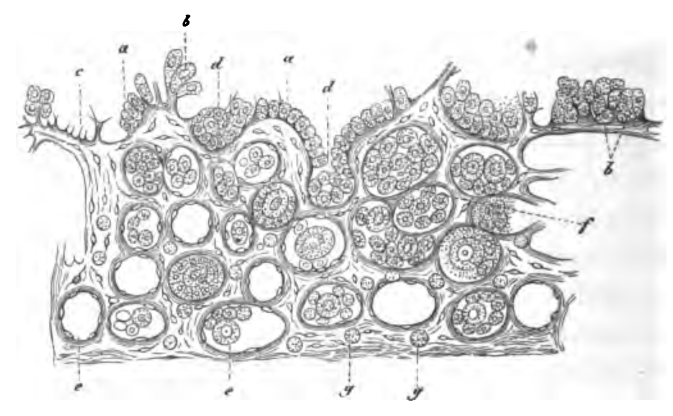


Fig. 165. Der Eierstock eines menschlichen Fötus von 32 Wochen senkrecht durchschnitten. *a* Keimepithel; *b* jüngste in diesem gelegene Eizellen (Primordialeier); *c* ein wachsender Bindegewebsbalken; *d* Epithelzellen in Einsenkung begriffen; *e* jüngste Follikel; *f* Ei- und Keimepithelzellen in Gruppen; *g* Lymphoidzellen.

Epithelialverdickung erscheint, in welche das Bindegewebe jenes Organs hüglig eintreibt. Letzteres wird zur Gerüstemasse des Eierstocks; aus ersterem entstehen Keimepithel, Epithelzellen der Graaf'schen Follikel und, als begünstigte Töchter der letzteren, die Eier.

Diesen Abschnitt der Entwicklung versinnlicht unsere Fig. 165, eine Kopie aus Waldeyer's ausgezeichneter Monographie. Die ersten embryonalen Ovula, die »Ureier«, sind also endothelialer Herkunft, und dieses ist unserer Ansicht nach eine hochwichtige Thatsache.

Schon vor WALDEYER hatte PFLÜGER für den Eierstock des geborenen Geschöpfes interessante Aufschlüsse gewonnen.

Zeitweise, kurz nach der Geburt, dann gegen die Zeit des Werfens beim erwachsenen Säugethier, macht sich die alte embryonale Verwandtschaft wieder geltend. Das Keimepithel wuchert abermals zapfenartig in die Tiefe, und trennt sich zuletzt von der Ursprungsstätte. So entstehen unregelmässige, zuweilen strang- und zylinderähnliche Massen. Es sind dieses PFLÜGER's Follikelketten. Ich habe letztere Eistränge genannt

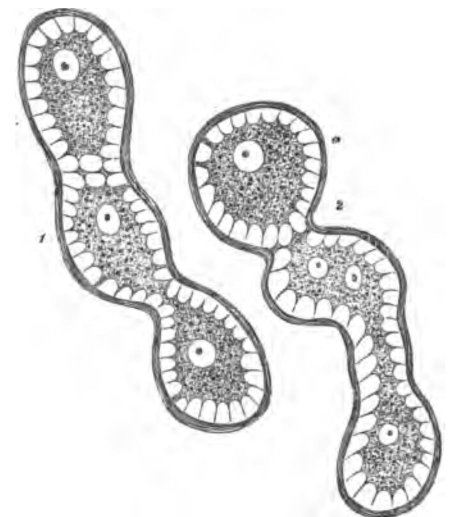


Fig. 166. Eistränge aus dem Eierstock des Kalbes. 1 mit in Bildung begriffenen Eiern. 2 bei *a* Abschnürung zum GRAAF'schen Bläschen zeigend.

(Fig. 166). In ihrer Axe begegnen wir einzelnen der Epithelzellen herangewachsen zu Eiern. Durch Abschnürung (2 *a*) entstehen neue GRAAF'sche Bläschen. Die Wandung ist eine faserige Bindegewebeschicht, wohl niemals eine homogene *Membrana propria* im Sinne der Schule.

Was wird aber aus den Eierstocksfollikeln?

Vor der Geschlechtsreife scheinen sie mannigfach durch einen Degenerationsprozess zu Grunde zu gehen (SLAVJANSKY, FREY). Auch in der Fortpflanzungsperiode fällt noch ein Theil der Follikel dem

gleichen Untergang anheim. Man ist darauf in neuester Zeit mehr und mehr aufmerksam geworden, sowohl beim menschlichen Weibe als auch bei Säugethieren. Schwinden des Follikelepithel, Verkümmerung des Dotters, Verschwinden des Keimbläschen, Verdickung der Zona und Verkleinerung des ganzen Ovulum sind Vorgänge, welche ich beim weiblichen Kaninchen häufig beobachtet habe. Interessante darauf bezügliche Mittheilungen haben wir ferner von Schulin erhalten.

Andere trifft dagegen später ein abweichendes Geschick. Es erfahren nämlich die zur Oberfläche des Eierstocks vorgedrängten reifsten Follikel ein Zerplatzen; natürlich nach der Stelle des geringsten Widerstandes, gegen die gefässarme Oberfläche hin. Die Follikelflüssigkeit mit dem Eichen verlässt durch die gerissene Ausgangspforte das Organ. Der geborstene Follikel gestaltet sich zum sogenannten gelben Körper, *Corpus luteum*, d. h. — um uns verständlicher auszudrücken — er kehrt durch einen verwickelten Vernarbungsprozess zur bindegewebigen Gerüstemasse zuletzt spurlos zurück.

Beim menschlichen Weibe zerspringt normal der Follikel in der Menstruationsperiode; bei Säugethieren in der Zeit der Brunst.

Das aus dem Ovarium befreite Eichen, aufgenommen vom Ovidukt, erfährt, falls es zur Befruchtung gekommen ist, hier die bekannte Theilung oder Furchung des Dotters. Wir müssen die Besprechung der Dotterfurchung aber der folgenden Vorlesung überweisen, indem der Samenelemente hierbei zu gedenken ist.

Doch die Mehrzahl menschlicher Eier erleiden ein anderes Geschick. Unbefruchtet unterliegen sie in den weiblichen Geschlechtswegen einem allmälichen Auflösungsprozess.

Die Eileiter, Ovidukte (Fallopi'sche Röhren), besitzen unter dem serösen Ueberzuge längs- und querlaufende glatte Muskulatur. Die Schleimhaut, drüsenlos*), springt in ein gewaltig

*) Alle Versuche, hier Nerven aufzuweisen, blieben bis zur Stunde erfolglos.

verwickeltes Papillen- und Faltensystem vor. Ein Flimmerepithel deckt die Innenfläche.

Der Fruchthälter, Uterus, erfährt durch Menstruation und Schwangerschaft höchst bedeutende anatomische Umänderungen. Kaum dürfte es, vielleicht neben dem Eierstock, ein Organ geben, welchem so sehr der Stempel eines wuchernden Bildungslebens aufgedrückt ist, als die Gebärmutter.

Longitudinale, quere und schiefe glatte Muskulatur bildet ihre Fleischmasse. Kreisförmig entwickelt stellt sie zuletzt den *Sphincter uteri* her.

Die Schleimhaut — ihr Gewebe erinnert an lymphoide Bindesubstanz — ist von Flimmerepithel bekleidet. Im Hals beginnt nach abwärts das geschichtete Plattenepithel der Scheide. Die Mukosenoberfläche ist bald glatt (Grund und Körper), bald mit Querfalten versehen (oberer Theil des Cervix), bald in Papillen vorspringend (Endstück des Cervix).

Dem Fundus und Körper des Fruchthälters kommen, allerdings manchem Wechsel unterworfen, die schlauchförmigen vielfach geschlängelten Uterindrüsen zu. Sie tragen eine Auskleidung flimmernder Zylinderzellen (Lott). Nach abwärts verschwinden unsere Drüsen.

Das Blutgefässsystem des Uterus ist ein mächtig entfaltetes. Die weiten Venen sind mit dem Gewebe des ersteren verwachsen und auf Durchschnitten klaffend.

Auch der Lymphapparat, in Uebereinstimmung mit jenem wuchernden Bildungsleben, gewinnt eine grosse Ausbildung, namentlich im losen Schleimhautbindegewebe, dann aber ferner in der Muskelschicht und endlich in der subserösen Lage (Leopold). Er bietet im Uebrigen nach den einzelnen Thierarten Verschiedenheiten dar und erscheint um so komplizirter, je grösser das Thier (Hoggan und Frau).

Die gewaltige Vergrösserung des schwangeren Uterus beruht in erster Linie auf einer Zunahme der Muskulatur. Hierbei lagert die alte Schleimhaut als sogenannte hinfällige Haut, De-

cidua, dem Ei sich auf, während eine neue Mukosa, zum Ersatz bestimmt, sich mittlerweile in der Tiefe gebildet hat. Doch Manches ist da noch unklar, und bei den einzelnen Gruppen der Säugethiere begegnen wir grossen Verschiedenheiten.

In der Scheide, Vagina, erhält man äussere ringförmige und innere längslaufende Muskulatur. Die Schleimhaut zeigt zahlreiche Höcker und Falten, *Columnae rugarum.* Sie bleibt drüsenlos, und wird von geschichtetem Plattenepithel bedeckt.

Das Hymen ist eine blutreiche Duplikatur der Mukosa.

Die Klitoris besteht im Präputium aus Schleimhautgewebe; ebenso überzieht ein solches mit zahlreichen Papillen die weibliche Glans. Die kavernösen Körper und Vorhofszwiebeln erinnern an das gleiche Gewebe des Mannes.

Die kleinen Schamlippen, Nymphen, sind fettlose Schleimhautfalten mit reichlichen Papillen und Talgdrüsen.

Die fettreichen *Labia majora* haben nach innen die Beschaffenheit der Mukosa, nach aussen der Lederhaut.

Im Vorhof und Scheideneingang kommen zahlreiche Schleimdrüsen vor. Grössere derartige Organe sind die Duverney- oder Bartholini'schen Drüsen.

Die Milchdrüse, im männlichen und weiblichen Körper ursprünglich gleichartig angelegt, kommt im ersteren nicht zur Ausbildung und im letzteren auch nur nach einer längeren Zeit der Ruhe, dann erst, wenn eine Schwangerschaft eintritt.

Wir erkennen in der Milchdrüse eine Anhäufung einzelner traubiger Drüsen, welche mit zahlreichen (18, 20 und mehr) Kanälen, den sogenannten »Milchgängen«, ausmünden.

Untersuchen wir unsere Drüse in früherer Lebenszeit, so besteht unser Organ allein aus einem verzweigten Gangwerk. Dasselbe ist nach aufwärts hohl, nach unten in seinen kolbigen Endtheilen von dicht gedrängter Zellenmasse vollständig ausgestopft. Noch fehlen die eigentlichen, der Absonderung bestimmten Drüsenbläschen oder Acini. So verhalten sich in den Tagen der Kindheit die männliche und weibliche Milchdrüse;

doch die letztere schreitet allmälich in der Entwickelung etwas voraus.

Der Eintritt der Pubertät influirt das männliche Organ nicht, wohl aber das weibliche. Hier kommt es zur knospenartigen Erzeugung zahlloser Endbläschen. Sie geben, unterstützt von Fettzellenentwicklung, der heranreifenden weiblichen Brust die Wölbung. So ist die weibliche Drüse nunmehr vorbereitet für eine kommende mögliche Thätigkeit. Aber erst mit der Schwangerschaft und gegen das Ende derselben erhält der milchabsondernde Apparat seine volle Entfaltung.

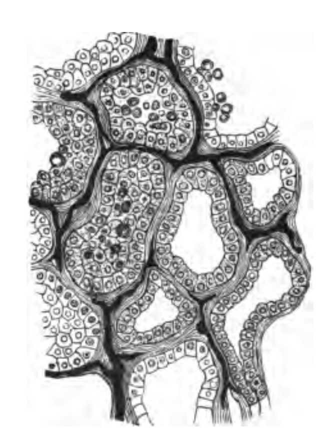


Fig. 167. Drüsenbläschen eines säugenden Weibes mit Zellen und Haargefässen.

Betrachten wir nunmehr das Organ auf der Höhe seiner Thätigkeit aus dem Körper des säugenden Weibes (Fig. 167).

Die Drüsenbläschen, rundlich oder verlängert (0,1128—0,1872 mm), werden von einer mit platten Sternzellen versehenen *Membrana propria* geformt. Sie tragen eine einfache Auskleidung niedriger Zylinderzellen (von 0,0113 mm). Auch hier hat man durch Injektion jene feinsten Sekretionsgänge zwischen den Zellen angetroffen, deren wir schon früher S. 150 gedachten.

Das ausführende Gangwerk besitzt ebenfalls ein Zylinderepithel. Wie weit das fettreiche Sekret unseres Organs, die Milch, durch den Untergang der Drüsenzelle bedingt ist, oder ob letzteres Gebilde nicht die erzeugten oder übernommenen Fettmassen aus dem hüllenlosen, kontraktilen Zellenleib einfach ausdrängt — darüber sind genauere Untersuchungen erforderlich. In die Drüsenbläschen eingewanderten Lymphoidzellen begegnet man hier ebenfalls nicht selten (Rauber, Winkler).

Im Alter verliert die weibliche Milchdrüse ihren Sekretions-

apparat. Sie reduzirt sich auf das alte Gangsystem einer längst vergangenen kindlichen Zeit (LANGER).

Das Kolostrum (wir gedachten seiner schon früher Fig. 130) enthält neben von eiweissartiger, dünnster Hülle umschlossenen Fettbläschen noch Drüsenzellen und Zellentrümmer von 0,0151—0,0564 mm Ausmaass. Die gewöhnliche Milch späterer Tage beherbergt nur erstere Elemente, die sogenannten Milchkügelchen. Letzterer Grösse schwankt etwa von 0,0023—0,009 mm.

Achtzehnte Vorlesung.

Die männliche Geschlechtsdrüse, der Hoden mit dem Ausführungsapparat.

Was das Ovarium für den weiblichen Körper, stellt für den männlichen Organismus die Samendrüse, der Hoden, Testikel dar. Seinen gröberen Bau überlassen wir zum grösseren Theile der deskriptiven Anatomie.

Eine feste bindegewebige Hülle, *Albuginea* genannt, umzieht

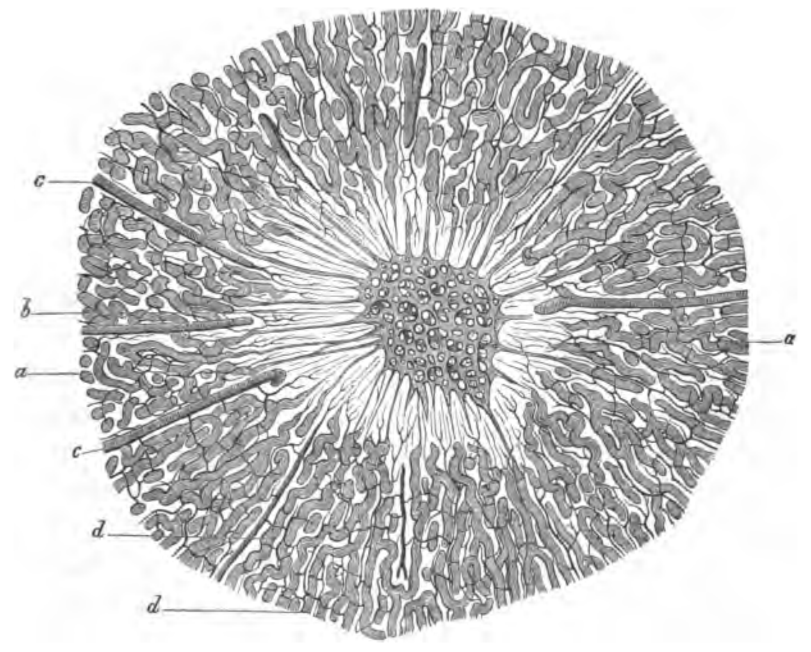


Fig. 168. Querschnitt durch den Hoden des Ziegenbocks. Bei *a* und *d* gewundene, bei *b* gerade Samenkanälchen und Netz derselben im *Rete testis*; *c* Blutgefässe der Scheidewände.

unser Organ. Von jener strahlen zahlreiche und unvollkommene Septen in das Innere ein, um schliesslich hier nach oben zu einer verdichteten keilförmigen Masse, dem *Corpus Highmori*, sich zu verbinden. Das Innere zerfällt dadurch in kegelförmige Läppchen, deren Spitzen nach dem *C. Highmori* gerichtet sind.

Ein Hodenläppchen aber besteht aus einem Haufen ungemein langer gewundener Gänge oder Röhren. Sie zeigen Theilungen und Verbindungen, und gehen schliesslich in Gestalt einer Schleife in einander über, endigen aber niemals blindsackig (Mihalkovics). Man nennt jene Röhrchen Samenkanälchen (Fig. 168 *a d*).

An der Läppchenspitze aber verengt sich das Samenkanälchen zu einem gestreckten ausführenden Gang, dem *Tubulus rectus* (*b*), welcher, in das *C. Highmori* tretend, mit andern netzartig sich verbindet zum weiteren Röhrenwerk des *Rete testis*. Aus letzterem setzen sich 9—17 stärkere Kanäle fort, die sogenannten *Vascula efferentia*. Sie laufen zuerst gerade, und durchbohren so die *Albuginea*; dann unter Verengerung bilden sie mit zahlreichen Windungen eine Anzahl kegelförmiger Lappen, die sogenannten *Coni vasculosi*. Letztere stellen den Kopf des Nebenhodens, *Caput epididymidis* dar. Allmälich stossen die Endgänge zu einem einzigen zusammen von 0,3767—0,45 mm Quermesser. Mit einer Unzahl Windungen stellt er den Schwanz, *Cauda*, des Nebenhodens her.

Weiter nach abwärts wird der wegleitende Kanal gestreckter; er gewinnt einen Quermesser bis zu 2 mm und heisst jetzt Samenleiter. *Vas deferens.* Nicht selten senkt sich vorher noch ein blindsackiger Seitenast, das *Vas aberrans Halleri*, in ihn ein. Das ist das Gröbere des Baues.

Nachdem wir diese verwickelte Anordnung kennen gelernt haben, untersuchen wir das histologische Gefüge.

Die Samenkanälchen (Fig. 169) besitzen in ihrer ganzen Länge ziemlich den gleichen Quermesser. Sie ergeben bei den meisten Säugethieren 0,1—0,25 mm Quermesser. Auffallend stark sind sie bei der Ratte (0,4 mm). Bei kleinen Thieren besteht die Wand

aus einer einzigen Lage fest verkitteter Endothelzellen. Bei grösseren Geschöpfen, und auch dem Menschen, umhüllen diese Innenschicht andere, welche die gleiche Zusammensetzung aus platten kernhaltigen Schüppchen zeigen, aber durchbrochen sind (Mihalkovics). Indem wir auf die Inhaltszellen später zurückkommen werden, bemerken wir hier zunächst nur, dass die ausführenden *Ductuli recti* abweichend von jenen eine andere Epithelialbekleidung, nämlich Zylinderzellen tragen. Im *Rete testis* fehlt eine Drüsenmembran; die Zellen sind plattenförmig. Gegen das Ende des *Rete* stellt sich aber das Zylinderepithel des Nebenhodens ein.

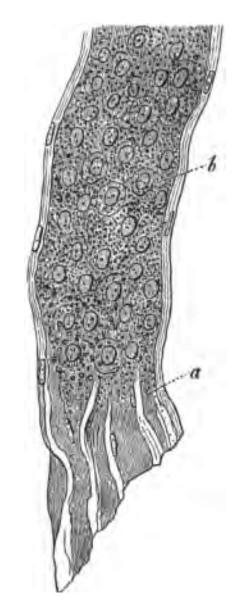


Fig. 169. Samenkanälchen des Menschen. *a* Wandung, *b* Zellen.

Das ruhende Samenkanälchen ist entweder ganz (Fig. 169 *a b*) oder bis auf ein enges Lumen hin erfüllt mit rundlich polygonalen Zellen (0,0113—0,0142 mm messend). Die peripherischen zeigen ein radiäres Ansehen. Beim Menschen kann ihr Zellenleib gelbliches Pigment führen. Geronnene, ursprünglich dickflüssige, eiweissartige Masse zwischen den Samenzellen hat man als ein zweites Zellenwerk irrthümlich aufgefasst.

Von der Innenfläche der Albuginea und dem Septensystem entwickelt sich also — wir haben es schon früher gesagt — die bindegewebige Gerüstesubstanz des Organs.

Bei manchen Geschöpfen (Mensch, Hund, Kaninchen) herrscht faseriges Bindegewebe vor; bei andern (Ratte, Kater, Eber) tritt es sehr zurück. Beim Kaninchen sind die Bindegewebebündel von der ersteren (Fig. 58 *a*) erwähnten Zellenform (der dünnen kernführenden Platte mit Protoplasma im Zentrum und einer glasartigen Randpartie) umscheidet; ja es kann zu förmlichen, endothelartigen Zellenhäutchen kommen, ausgebreitet über Samenkanälchen und

Blutgefässe. Bei der soeben erwähnten zweiten Thiergruppe finden wir in gewaltiger Menge die körnige Bindegewebe- oder Plasmazelle (Fig. 170 *b*), während sie bei der ersteren Abtheilung spärlicher oder kaum getroffen wird.

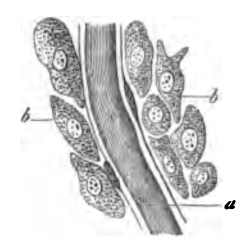


Fig. 170. Sogenannte interstitielle Plasmazellen *b* aus dem Rattenhoden; *a* Haargefäss.

Jene körnige Zelle (gewöhnlich rundlich oder polygonal, seltener mit Ausläufern versehen, reich an Protoplasma, an Fett und bräunlich-gelbem Pigment) erinnert an die Leberzelle (Fig. 127). Die Anordnung derselben ist strang- oder säulenförmig. Sehr gewöhnlich sind auch hier Blutgefässe von derartiger Zellenschicht förmlich umscheidet,

Die Blutgefässe (Fig. 169 *c*, 105 *c*) umspinnen in inniger Anlage mit einem längsmaschigen, ziemlich weiten Kapillarnetz die gewundenen Samenkanälchen. Stärker entwickelt und rundlicher treffen wir jenes Maschenwerk im Nebenhoden, Auch letzterem Theile dürfte übrigens absondernde drüsige Thätigkeit zukommen (Mihalkovics).

Betrachten wir endlich die Lymphbahnen (Fig. 105 *h*). Es waren Ludwig und Tomsa, welche unser Wissen hier begründeten. Spätere Untersuchungen, auch eine Kleinigkeit von mir, haben sich angereiht.

Die Lymphwege, von Endothelzellen gebildet, halten die Lücken des Bindegewebes ein. Ihre letzten Gänge werden begrenzt von jenen häutchenartigen, aber durchbrochenen Verbindungen der platten Bindegewebezellen. Schon früher (S. 64) haben wir beiderlei Zellenformationen als wesentlich gleich erkannt.

Die Lymphkanäle des Hodens bilden ein reichliches netzartiges Kanalwerk. An Querschnitten der Samenkanälchen stellen sie förmliche Ringe um letztere her mit starken Erweiterungen an den Knotenpunkten. Eine fortgesetzte Injektion treibt zuletzt die Masse durch jene Lücken der Plattenzellen bis in die Aussenlagen der Samenkanälchenwandung. Nur die solide Innenschicht letzterer

verhütet weiteres Vordringen der Masse (Mihalkovics). Hier und da wird dabei ein Blutgefäss von Lymphstrom umscheidet; doch Regel ist es nicht.

Stärkere Lymphwege dringen aus dem drüsigen Theile ins Septensystem und von hier aus zusammentretend unter die Albuginea. In letztere gelangt, sind sie zu klappenführenden Gefässen geworden, welche mit denjenigen des Nebenhodens sich vereinigen. Die Endabfuhr der Lymphe erfolgt durch den Samenstrang.

Der Testikel entsteht dem Ovarium ähnlich an der Innenseite des Wolff'schen Körpers. Aus seinem Gangwerk wird die Epididymis (dem Paroarium gleichwerthig); der ausführende Kanal der Urniere (beim Weibe verschwindend) erhält sich im männlichen Generationsapparat, und wird zum *Vas deferens.* Weiteres müssen wir der Entwicklungsgeschichte überlassen.

Wir haben bisher nur der ruhenden Drüse gedacht. Untersuchen wir dieselbe nun aber auf der Höhe ihrer Thätigkeit.

Beginnen wir mit ihrem Produkt, dem Samen, Sperma. Derselbe ist allerdings keineswegs ausschliesslich von den gewundenen Drüsenkanälchen des Hodens, sondern in seinem flüssigen Theile sicherlich auch von der Epididymis und den akzessorischen Drüsen erzeugt, wenn auch seine wesentlichsten und bezeichnendsten Elemente aus ersterer Quelle stammen.

Die weissliche dickliche Flüssigkeit bietet, auf der mikroskopischen Glasplatte zur dünnen Schicht ausgebreitet, ein merkwürdiges Bild dar, welches man seit zwei Jahrhunderten angestaunt und in früherer Zeit sehr eigenthümlich erklärt hat.

Eine Unzahl lebhaft beweglicher fadenartiger Elemente, die sogenannten Samenfäden, Samenthierchen, Spermatozoen (Fig. 171), treten uns da entgegen, schwebend in wasserheller Flüssigkeit. Ihre Bewegung nahm eine ältere Epoche als Zeugniss eines selbständigen thierischen Lebens gläubig hin. Der Name der Samenthierchen, Spermatozoen, mahnt an jene Periode.

Heutigen Tages wissen wir, dass die Beweglichkeit der Samenfäden der Flimmerbewegung (S. 41) sehr nahe verwandt ist; wir wissen ebenfalls, dass die sogenannten »Samenthierchen« Gewebeelemente, Zellenabkömmlinge herstellen. Wir kennen zur Stunde nicht minder die bunte Mannigfaltigkeit der Form, welche jene Fäden in der Thierreihe darbieten.

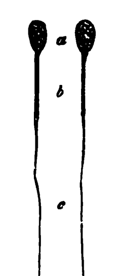


Fig. 171. Spermatozoen des Schafs. *a* Kopf; *b* Mittelstück; *c* Schwanz.

Beschränken wir uns auf die Säugethierklasse. Hier zeigt das fadenartige winzige Ding einen sogenannten Kopf (*a*), dann eine etwas dickere fadenförmige Anfangshälfte, das sogenannte Mittelstück (*b*), und endlich, ausserordentlich dünn und fein werdend, das Endstück, den sogenannten Schwanz (*c*). Früher unterschied man zwischen diesen beiden Fadenpartien nicht.

Ob dem merkwürdigen Gebilde noch eine innere Komplikation zukommt, ist unentschieden, doch unwahrscheinlich.

Der Kopf der menschlichen Samenelemente erscheint als ovale, nach hinterwärts etwas verbreiterte Scheibe, 0,0045 mm lang und etwa von halber Breite und wohl nur 0,0013—0,0018 mm dick. Der Gesammtfaden dürfte eine Länge von 0,0451 mm besitzen; doch sein letztes Ende ist unendlich dünn und schwer zu erkennen.

Bei der fruchtbaren Begattung dringen die Samenfäden durch die *Zona pellucida* des Eies, wohl geleitet durch die feinsten Porenkanälchen jener Hülle (Fig. 164 *a*), in den Dotter, d. h. in die eigentliche Eizelle ein. Die künstliche Befruchtung der Eier des Kaninchens und Meerschweinchens gelang vor einigen Jahren in interessanter Weise Schenk.

Man nahm früher allgemein an, die eingedrungenen Spermatozoen gingen im Eidotter unter Fettdegeneration zu Grunde.

Dieses ist nun sicher nicht der Fall. Eine bedeutende Anzahl neuerer Forschungen haben uns hier den Blick in eine ungeahnte Welt merkwürdigster Vorgänge eröffnet (Fig. 172).

Es scheint, dass im reifen Ei schon vor der Befruchtung der Keimfleck geschwunden ist und bald ein Theil der Keimbläschenmasse zur Oberfläche des Dotters hinausgedrängt wird. Ein Rest, welcher zurückbleibt (»Eikern«) (1. 2. *a*), wird wieder nach einwärts gedrängt. Offenbar spielen hier Protoplasmabewegungen die Hauptrolle. Der Kopf eines eingedrungenen Samenfadens wandelt sich zu einem zweiten kernartigen Ding (»Spermakern«) um (1. 2. *b*). Ihn umgibt zunächst ein Hof körnerfreien Protoplasma und in weiterem Abstand radienartig angeordnete Reihen der Dotterkörnchen. Beiderlei Nuklearformationen treiben im Dotter, welcher

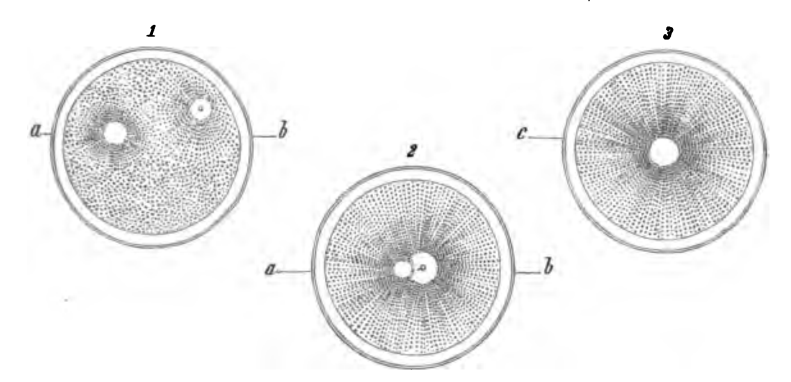


Fig. 172. Befruchtung des Seeigeleies. 1. *a* Eikern, *b* sehr kleiner Spermakern von einem Hofe körnerfreien Protoplasma umgeben. 2. Ei- und Spermakern zusamengestossen. 3. Furchungskern.

mittlerweile eine völlig radiäre Gruppirung seiner Körnchen angenommen hat, einander zu und verschmelzen zuletzt zu einem neuen Kern (»Furchungskern«) (3. *c*). Von ihm hebt dann abermals mit recht verwickelten und sehr verschieden geschilderten Vorgängen die schon früher (S. 17) erwähnte karyokinetische Kern- und Zellentheilung des Eies oder die »Dotterfurchung« an.

Mehr vermögen wir gegenwärtig nicht anzugeben.

Doch bei aller Unsicherheit der Einzelvorgänge kennt man seit einigen Jahren wenigstens das Ergebniss.

Aus der umkapselten, sich immer weiter theilenden Eizelle wird zuletzt ein Haufen sehr zahlreicher kleiner zelliger Nach-

kömmlinge. Aus diesen lebendigen Bausteinen erbaut sich der neue Thierkörper, ungefähr etwa wie der Architekt aus den Steinen sein Haus herstellt. Doch die letzteren, die todten, sind von allen Seiten herbeigeführt worden; die ersteren aber bilden Urabkömmlinge einer einzigen Zelle, Glieder einer lebendigen Verwandtschaft. Das ist der Unterschied des Lebenden und des Todten.

Jener Theilungsprozess, dessen wir schon früher gedachten, er kann freilich ohne Spermatozoen beginnen auch beim Säugethier, wie wir annehmen, aber er erlahmt bald. Haben die Samenelemente jedoch ihren sogenannten Kopf dem Dotter beigemischt, dann (in allerdings räthselhafter Weise) setzt sich der Vermehrungsprozess der Dottertheilung unter Karyokinese fort, bis zuletzt jene Unzahl organischer Bausteine gewonnen ist, von welcher wir so eben gesprochen haben.

Wo stammen aber die Samenfäden her?

Darauf antwortet man seit mehr als einem Menschenalter mit vollem Rechte: aus den gewundenen Hodenkanälchen. Aber das Wie, es rief die verschiedensten Antworten bei älteren Forschern, ihren Nachfolgern, sowie der jetzigen Generation der Histologen hervor. Die anfänglichen rohen und schlechten Untersuchungsmethoden hatten allerdings die Pioniere der Histologie zu den gröbsten Täuschungen geführt.

Dass wir zur Stunde Alles in der Hand haben, bezweifle ich allerdings sehr; doch man ist weiter gekommen.

Halten wir uns also an die Ergebnisse neuerer Studien, welche NEUMANN, VON EBNER, MIHALKOVICS angestellt haben. Freilich wir dürfen es nicht verschweigen, andere, und zum Theil sehr tüchtige Forscher (unter welchen wir nur LA VALETTE ST. GEORGE nennen) sind kürzlich zu anderen, sehr abweichenden Ergebnissen gelangt.

Wir erwähnten schon früher (S. 205), dass die äusserste Drüsenzellenlage des ruhenden Samenkanälchens eine prismatische, radiäre Gestalt darbiete. Jene Zelle ist das die Spermatozoen erzeugende Gebilde. Alle die zahlreichen inneren Zellen jenes

Drüsenganges erscheinen zukunftslos; sie stellen eben nur eine indifferente Ausfüllungsmasse her.

Gelangt die Samendrüse zur Aktivität — bei Säugethieren ist es nur periodisch, gewöhnlich einmal im Jahr der Fall, beim Manne in ununterbrochener Folge während der ganzen zeugungsfähigen Epoche — wird also der Testikel thätig, dann kommt über jene prismatischen Wandungszellen eine merkwürdige Umwandlung (Fig. 173 *b*).

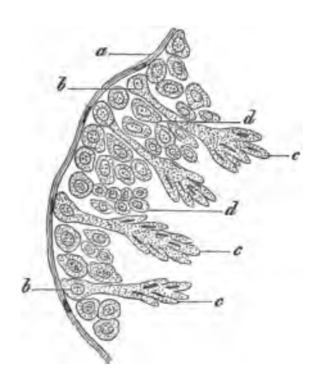


Fig. 173. Aus dem Samenkanälchen der Ratte. *a* Wand mit Zellenkernen; *b* Wandungszellen und Spermatoblasten; *c* letztere mit kleinen schmalen kernartigen Körperchen; *d* innere Zellenschicht.

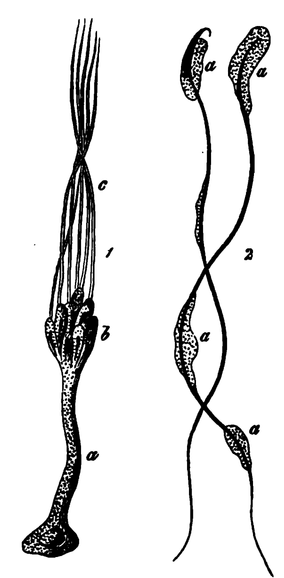


Fig. 174. Zur Entwicklung der Rattenspermatozoen. 1 Spermatoblast *a* mit Köpfen *b* und Fäden *c*. 2 Nahezu fertige Samenfäden mit anhaftenden Protoplasmaresten *a*.

Nach einwärts, d. h. gegen die Axe des Drüsenkanales, wächst der epitheliale Zellenleib zu einem stiel- oder halsförmigen Protoplasmafortsatz aus. Auf der Höhe theilt sich letzteres Ding in eine Anzahl spitzwinklig stehender kolben- oder fingerförmiger Fortsätze. Man könnte an einen roh und plump geformten Kandelaber denken — doch der Vergleich hinkt.

Diese Modifikationen unserer peripherischen Zellenschicht hat man treffend Spermatoblasten genannt (von Ebner).

In jedem kolbenartigen Vorsprung entsteht ein Kern (*c*) — wie wissen wir allerdings nicht —. Er wird zum Kopfe des Samenelementes. Das Protoplasma, weiter einwärts, verwandelt

sich zum Faden oder Schwanz. So bringt jeder unserer Spermatoblasten eine Anzahl (8—12) Samenfäden fertig. Zuletzt werden letztere frei und liegen im Lumen des gewundenen Hodenkanälchens, das Schwanzende in der Kanalaxe nach abwärts gerichtet (Fig. 174 1. *b c.* 2).

Eier und Spermatozoen sind also ihrem Ursprung nach verschiedene Dinge. Erstere stellen eine ganze hochentwickelte Zelle dar; letztere gehen aus Stücken eines einfacheren Zellenleibes hervor.

Wenden wir uns endlich zum Wegleitungsapparat.

Das *Vas deferens* zeigt eine äussere bindegewebige, eine mittlere, aus drei Muskelstraten bestehende Lage und endlich eine von Zylinderzellen bekleidete Schleimhaut. Nach abwärts gewinnt letztere grössere Entfaltung.

Samenbläschen und Ausspritzungskanäle bewahren einen verwandten Bau.

Die Prostata, Vorsteherdrüse, stellt in reichlichem Bindegewebe eingebettet ein System kleiner traubiger Drüsen dar, welche erst zur Pubertätszeit volle Entwicklung gewinnen. Ihr Epithel ist ein zweischichtiges (Langerhans).

Der traubigen Formation gehören ebenfalls die Cowperschen Drüsen an. Ihre Zellen sind zylindrisch. Niedriger werden sie im ausführenden Kanalwerk.

Die männliche Harnröhre zeigt bekanntlich eine *Pars prostatica*, ein sich anreihendes häutiges Mittelstück (*P. membranacea*) und eine letzte, durch den Penis verlaufende Abtheilung (*P. cavernosa*). Letzteres Stück wird nämlich umhüllt von einem kavernösen Gewebe (*Corpus spongiosum urethrae*), welches nach vorne zur Eichel, *Glans*, sich gestaltet. Hinzu kommen zwei ähnliche kavernöse Gebilde, die *Corpora cavernosa penis*.

Die Mukosa der Urethra trägt anfänglich platte, mehr nach abwärts zylindrische Zellen. Sie wird umgeben von losem, bei seinem Blutreichthum kavernös zu nennendem Bindegewebe und dann nochmals von glatter Muskulatur. Im prostatischen Stück

sowie dem *Colliculus seminalis* kommen traubige Drüschen vor. Die Schleimhaut zeigt Faltungen. Im mittleren und unteren Theile verkümmert die Muskulatur mehr und mehr. Die Mukosa des unteren Theiles führt Gruben (*Lacunae Morgagnii*) und kleine unentwickelte, LITTRÉ'sche Schleimdrüschen. Gegen die Mündung der Harnröhre stellt sich wieder geschichtetes Plattenepithel ein.

Die Haut des Penis, dünn und schlaff, besitzt ein loses fettfreies, von glatten Muskelfasern durchsetztes Unterhautzellgewebe. Ein fettfreies dehnbares Bindegewebe vereint die beiden Platten der Vorhaut; auch beherbergt es muskulöse Elemente.

Die dünne Haut der Glans besitzt zahlreiche Papillen im Epithelialüberzug verschwindend; auch die innere mukosenartige Fläche des Praeputium zeigt derartige Wärzchen.

Die TYSON'schen Drüsen kommen an der Innenfläche der Vorhaut, zuweilen auch an der Glans, namentlich dem Frenulum vor. Sie betheiligen sich in sehr untergeordneter Weise an der Bildung der fettigen Vorhautschmiere (*Smegma praeputii*).

Gedenken wir zum Schlusse noch des Baues der kavernösen Körper. Eine festere elastische, jedoch an muskulösen Elementen arme Hülle, eine sogenannte Albuginea, umgibt diese Gebilde. Nach einwärts entsendet sie zahllose Fortsätze, bald grössere, bald kleinere in der Gestalt von Balken und Platten. Bindegewebe, elastische Fasern und glatte Muskelmasse stellen vereinigt letztere her.

Dieses unvollkommene Septensystem — so dürfen wir es nennen — theilt und verbindet sich auf das Mannigfachste mit einander.

Wir gewinnen also ein an den Badeschwamm erinnerndes Lücken- und Höhlenwerk, ausgekleidet von Gefässzellen, bestimmt zur Aufnahme des venösen Blutes. Darin beruht eben das Eigenthümliche des sogenannten kavernösen Gewebes.

Die verschiedenen »kavernösen Körper« bieten nun kleinere untergeordnete Struktureigenthümlichkeiten dar. Wir übergehen diese minutiösen Dinge.

Beständig mit Blut erfüllt, erfahren jene periodische Blut-

überladung, und führen zur Erektion des männlichen Gliedes.

In geringem Grade von der *Arteria dorsalis penis*, wesentlich von den *A. profundae* erhalten die kavernösen Körper ihre Blutzufuhr. Jene Arterienzweige, im Septengewebe eingeschlossen, gehen in die kavernösen Hohlräume theils durch ein Haargefässnetz, theils mit unmittelbarer Einmündung über (Langer). Korkzieherartig gekrümmte Schlagaderäste, die sogenannten *Arteriae helicinae* von J. Müller, bilden Artefakte (Rouget, Langer).

Zur Abfuhr des Blutes aus den Kavernen dienen die verschiedenen sogenannten *Venae emissariae.*

Reichliche Lymphgefässnetze fehlen der männlichen Harnröhre und dem Begattungsorgan nicht (Teichmann, Belajeff).

Die Theorie der Erektion überlassen wir der Physiologie.

Neunzehnte Vorlesung.

Das Nervengewebe.

Wir wenden uns zur letzten und nach ihren Leistungen höchsten histologischen Formation des Thierkörpers; wir besprechen das Nervengewebe.

Dasselbe hat man bekanntlich den sogenannten »zusammengesetzten Geweben« zugerechnet, d. h. denjenigen, welche mehr als ein Formelement besitzen. Und in der That, hier begegnen wir zweien derselben, nämlich Fasern und Zellen. Erstere tragen den Namen der Nervenfasern, Nervenröhren oder Primitivfasern; letztere werden Nervenzellen oder Ganglienkörper genannt.

Fig. 175. Nervenfasern des Menschen. *a* Eine grobe; *b* eine mittelfeine Faser; *cde* schmale Formation.

Die Nervenfasern des Menschen erscheinen einmal als dunkelrandige, markhaltige (Fig. 175) oder als blasse, marklose Elemente (Fig. 180 *b*).

Da die ersteren die verbreiteteren und wichtigeren peripherischen Elemente bilden, so beginnen wir unsere Erörterung mit ihnen.

Sie sind gleich den marklosen über lange Strecken unverzweigte Fäden, aber von sehr ungleichem

Quermesser, von 0,0226 bis zu 0,0018 mm und weniger. Man unterscheidet demnach breite oder grobe Nervenfasern (Fig. 175 *a*) und feine oder schmale (*cde*). Zwischen sie tritt vermittelnd die mittelbreite Nervenröhre (*b*).

Beginnen wir nun unsere Untersuchung des Baues mit den groben markhaltigen Elementen.

Frisch und lebendig erscheint die breite Nervenröhre als der Faden einer homogenen milchglasartigen Masse. Wir erkennen da keinerlei weitere Zusammensetzung.

Aber die Nervenröhre ist ein wunderbar wechselndes Gebilde. Unter unsern Augen und wider den Willen des Beobachters ändert sie ihr ursprüngliches Aussehen baldigst in ein zweites, drittes Leichenbild um.

Heutigen Tages steht es fest, dass eine jede breite Nervenfaser aus dreierlei Elementen besteht.

Umschlossen wird sie von einer in der Regel sehr feinen homogenen bindegewebigen Hülle, dem Neurilemm, der Schwann'schen oder Primitivscheide (Fig. 177 *b*, 179 *e*). Letztere beherbergt von Strecke zu Strecke einen länglichen Kern. Zuweilen erscheint das Neurilemm ansehnlich verdickt (Fig. 179 *c*).



Fig. 176. Nervenfasern des Menschen auf verschiedenen Stufen der Gerinnung.

In der Axe, ein Fünf- bis Viertheil des ganzen Quermessers einnehmend, erkennen wir einen blassen zylindrischen Faden, hergestellt von eiweissartiger Masse. Dieses ist der Axenzylinder, der einzig wesentliche Theil der Nervenröhre (Fig. 177 *abce*, 179 *e*). Umhüllt wird er vom sogenannten Nervenmark oder der Markscheide, einem eigenthümlichen und sehr delikaten Substanzgemenge eiweissartiger Körper sowie des Lecithin und Cerebrin. Diese Umkleidung verdeckt ursprünglich den Axenzylinder.

Sobald wir breite Nervenröhren isoliren, tritt uns die Todesform der Markscheide entgegen (Fig. 176). »Jene sind jetzt geronnen«, lautet ein üblicher Ausdruck des Histologen. Allerdings der Gerinnung begegnen wir auf den verschiedensten Stufen, oftmals dicht neben einander, ja im Verlaufe einer und derselben Primitivröhre.

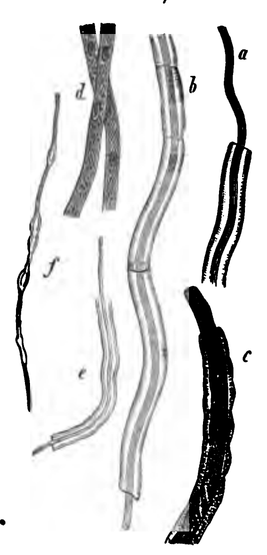
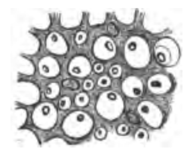


Fig. 177. Verschiedene Nervenfasern. *a* nach Behandlung mit absolutem Alkohol; *b* mit Kollodium; *c* Faser des Neunauges; *d* des Olfaktorius vom Kalb; *e* und *f* aus dem menschlichen Gehirn.

Als Anfangsstufe entdecken wir jederseits einen doppelten Kontour, eine zwar scharfe, aber dunkle, äussere und eine enge anliegende feinere Begrenzung (Fig. 175 *ab*, 176 *b* [nach oben]).

Später gehen die doppelten Kontouren einander nicht mehr parallel, und die innere zeigt sich oftmals unterbrochen (Fig. 176 *b* [nach abwärts]). Letztere wird immer unregelmässiger und unregelmässiger, und in dem bisher homogenen Axentheil kommt es zu klumpigen dunkelrandigen Massen (*ab*). Der Gerinnungsprozess kann allerdings auf früherer Stufe stehen bleiben. Die Rinde bildet dann gewissermassen einen schützenden Mantel um den Axentheil. In anderen Fällen entgeht auch letzterer seinem Endgeschicke nicht. Er zerfällt vollständig mit der Rinde in ein Klumpenwerk (*c*).


Fig. 178. Querdurchschnittene Nervenfasern aus dem Hinterstrang des menschlichen Rückenmarks.

Es hat lange gedauert, bis man sich über den eben geschilderten Bau der Nervenröhre einigen konnte. Namentlich über die Existenz des Axenzylinders wurden heftige Debatten geführt. Heutigen Tages ist es ein Kinderspiel, letzteren auf jedem Querschnitte eines erhärteten peripherischen Nerven, oder — was auf dasselbe herauskommt — demjenigen eines weissen Rückenmarkstranges in allen Primitivröhren zu erkennen (Fig. 178).

Die mittelstarken Nervenröhren verhalten sich gleich.

Auch an den feinen Fasern der Nervenstämme bemerkt man den ähnlichen Bau, Hülle, Axenzylinder und Markscheide. Die letztere bleibt (Fig. 175 *cd*) allerdings auch bei fortgeschrittener Todesveränderung heller, einfach begrenzt. Die Osmiumsäure, welche das Mark der breiten Nervenfasern gleich anderen fettigen Körperbestandtheilen rasch schwärzt, wirkt hier viel langsamer und unvollkommener ein; eine Mischungsverschiedenheit liegt zwischen beiderlei Fasermassen also sicher vor.

Unsere feinen Nervenröhren bieten noch etwas Eigenthümliches dar. Durch jede Misshandlung, Druck, Zerrung, Reagentien erfolgen gewisse Verschiebungen des Marks, so dass widernatürlich verdünnte Strecken mit rundlichen Anschwellungen wechseln (Fig. 175 *e*). Man hat letztere als Varikositäten bezeichnet, und von varikösen Nervenfasern gesprochen. Im Leben existirt nichts der Art.

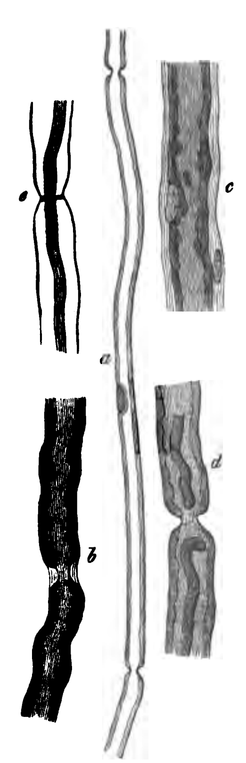


Fig. 179. Nervenfasern des Frosches. *a* nach Behandlung mit Pikrokarmin; *b c d* mit Osmiumsäure; *e* mit Höllenstein.

Wir berühren hier noch eine schwebende Frage. Ranvier, gegenwärtig der erste Histologe Frankreichs, machte auf ein bekanntes mikroskopisches Bild, auf Einschnürungen aufmerksam, welche im Verlaufe breiter, markhaltiger (peripherischer, jedoch nicht zentraler) Fasern vorkommen. Man hielt früher jene Einschnürungen aber stets für ein Produkt der Präparation. Nun liegen diese verengten Stellen (Fig. 179) ziemlich regelmässig, und zwischen je zweien fast in halber Länge begegnet man einem Kern der Schwann'schen Scheide (*a*). So trifft man es bei Säugern, Vögeln und Amphibien. Nur bei Fischen ist zwischen zwei Einschnürungen die Kernzahl eine grössere.

Diese RANVIER'schen »Schnürringe«, wie die deutsche Wissenschaft sie getauft hat, und für welche ich mich verbürge, verdienen alle Beachtung. Die Markscheide isolirt gewiss den Axenzylinder; aber jene Marklücke wird das Eindringen ernährender Bestandtheile und die Abgabe der Zersetzungsprodukte ermöglichen. Hierin stimme ich RANVIER vollständig bei.

Wir halten ebenfalls ein von LANTERMANN näher geschildertes Verhältniss (Fig. 185 *x*) für wahrscheinlich, dass das Nervenmark noch aus kürzeren zylindrischen Stücken mit schief gegen die Längsaxe der Faser gerichteten Endflächen besteht. An ihren Einkerbungen nimmt aber die Primitivscheide keinen Antheil.

Nicht so aber möchten wir der Angabe von EWALD und KÜHNE unbedenklich beipflichten, wonach das Nervenmark in einer doppelten hornstoffartigen Hülle enthalten sei. Die äussere jener zarten Scheiden soll unter der SCHWANN'schen Bindegewebshülle gelegen sein, die innere den Axenzylinder umschliessen und sollen beide durch quere und schiefe Balkenfasern in Verbindung stehen. Wir möchten hier den Bedenken von L. GERLACH, ENGELMANN und PERTIK u. A. beistimmen. Es ist wohl nur ein Artefakt.

Gehen wir jetzt über zu den blassen marklosen Nervenfasern.

Ursprünglich, in der Fötalzeit, waren alle Primitivröhren des ganzen Nervensystems einstens so beschaffen. Nehmen wir einen der niedrigsten Fische, das Neunauge (Petromyzon), so begegnen wir diesem Verhältniss das ganze Leben hindurch (Fig. 177 *c*). Eine kernhaltige Scheide umhüllt den Axenzylinder. Markhaltige Nervenfasern gibt es da überhaupt nicht.

Wenden wir uns sprungweise jetzt zum höchsten thierischen Wesen, zum Menschen.

Bei uns besteht aus blassen marklosen Fasern nur noch durchaus der Geruchsnerv und zum grossen Theile der Sympathikus mit seinen Ausbreitungen.

Man hat diese blassen Gebilde REMAK'sche Fasern ge-

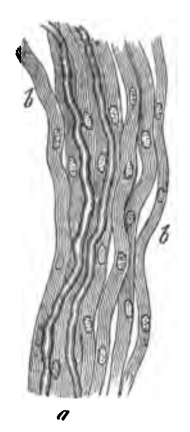


Fig. 180. Ein sympathisches Nervenästchen des Säugethiers. Zwei dunkelrandige Nervenfasern *a* unter einem Ueberschuss der *Remak*'schen Formation *b*.

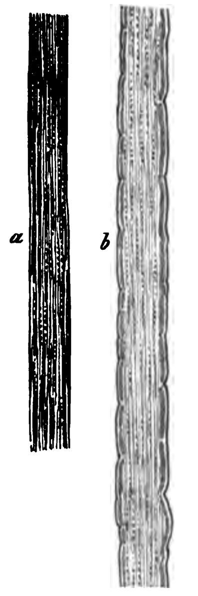


Fig. 181. Fibrilläre Zusammensetzung des Axenzylinders. *a* Ein starker Axenzylinder aus dem Rückenmark des Ochsen; *b* Nervenfaser aus dem Gehirn des Zitterrochen.

nannt. Sie erscheinen als zarte (0,0038—0,0068 mm breite) kernbesetzte Fäden (Fig. 180 *b*).

Ist in dem oben Erwähnten aber der ganze Bau der Nervenfasern enthalten? — Diese schwierige Frage tritt jetzt an uns heran.

Es scheint nicht so; indessen wir befinden uns hier wiederum einmal an der Grenze der gegenwärtigen Mikroskopie.

Höchst wahrscheinlich besteht der hüllenlose Axenzylinder, das beste Stück der Nervenröhre, aus einem Bündel äusserst feiner Fädchen. Doch auch letzteres wird geläugnet.

Jene feinsten Fäserchen (Fig. 181) scheinen in eine zartkörnige Substanz eingebettet zu sein. Man hat sie Axenfibrillen (Waldeyer) oder Primitivfibrillen (Schultze) genannt.

Den Anstoss hat auch hier ein glänzender, von den Zeitgenossen bei weitem nicht nach Verdienst gewürdigter Forscher, hat der Gründer der modernen Entwicklungsgeschichte, Remak, gegeben. Er sah schon vor langen Jahren jene Zusammensetzung an den Nervenfasern des Flusskrebses.

Auf feinste Varikositäten dieser Primitivfibrillen hat man hinterher diagnostisches Gewicht gelegt (M. Schultze).

Wir kommen später darauf zurück.

Die Fasern kennen wir also, soweit es zur Zeit möglich ist. Wenden wir uns

jetzt zu den zelligen Elementen. Sie gehören nur der grauen Masse des Nervensystems (der peripherischen wie zentralen) an; die weisse Substanz besteht überall allein aus Nervenröhren.

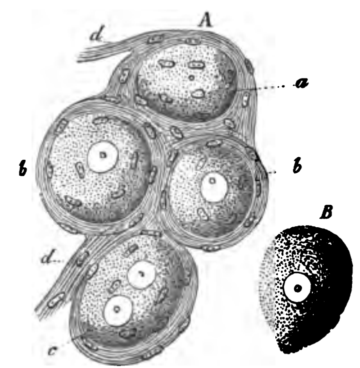


Fig. 182. Ganglienzellen des Säugethiers; *A* Zellen mit bindegewebiger Umhüllung, welche sich in Fasern *d d* fortsetzt; *a* eine kernlose, *b* zwei einkernige und *c* eine zweikernige Zelle; *B* ein hüllenloser Ganglienkörper.

Jene zelligen Gebilde, die Ganglienkörper (Fig. 182 *B*), treten uns vielfach in sehr bezeichnender Gestalt entgegen. Es ist eine der schönsten Zellenformen, welche unser Körper besitzt. Das Ausmaass liegt für die meisten der kugligen, ovoiden oder birnförmigen Elemente zwischen 0,0992—0,0451 und 0,0226 mm. In einer sehr zartkörnigen, dicklich gallertigen, gewöhnlich farblosen, zuweilen braun oder schwarz pigmentirten Masse begegnen wir einem kugligen zartwandigen Kernbläschen von 0,0180—0,009 mm Durchmesser. In ihm kommt in der Regel einfach ein matt erglänzendes Korn, das Kernkörperchen, 0,0029 bis 0,0045 mm gross, vor.

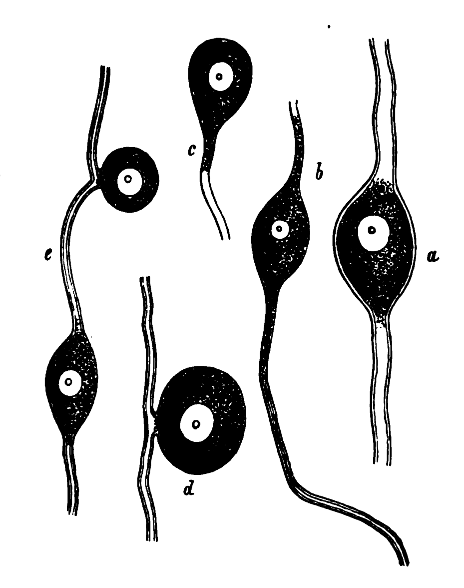


Fig. 183. Aus den peripherischen Nervenknoten eines Fisches, *Gadus lota*. *a b* bipolare Ganglienzellen; *c* unipolare; *d e* wohl abnorme Gestalten.

Umgeben wird unser Gebilde von einer Hülle. Sie erscheint dick, als eine Art kernführendes Bindegewebe auf den ersten Blick. Indessen, die Kerne könnten eine andere Bedeutung be-

sitzen. Man hat an der Innenfläche der Kapsel nämlich später eine Auskleidung endothelialer Zellen bemerkt.

Einfacher und dünner erscheint jene Hülle um die Ganglienzellen niederer Wirbelthiere, d. h. der Fische (Fig. 183) und Amphibien.

Bei erster flüchtigster Betrachtung — und die älteren Histologen mit ihren schlechten Untersuchungsmethoden waren nicht



Fig. 184. Unipolare Ganglienzelle aus einem menschlichen Spinalknoten. *a* Kernführende Hülle.



Fig. 185. Zelle aus dem Ganglion Gasseri des Kaninchens mit gewundenem Faserursprung *b*, den Lantermann'schen Einkerbungen *x x* und der T-förmigen Theilung der Nervenfaser.

weiter gelangt — ergeben sich die sämmtlichen peripherischen Ganglienzellen fortsatzlos, oder wie ein Ausdruck der Schule lautet, apolar. Wir sind hinterher ganz anderer Meinung geworden;

apolare Ganglienzellen kommen entweder gar nicht, oder als embryonale, steckengebliebene, möglicherweise zukunftslose Elemente nur ausnahmsweise vor.

Gegen die Mitte der vierziger Jahre entdeckte Koelliker im Sympathikus der Wirbelthiere Ganglienkörper, welche an dem einen Ende einen blassen Faden absehicken, der nach bald kürzerem, bald längerem Verlauf mit einer Markscheide sich umhüllte, und zur Nervenfaser wurde (Fig. 183, Fig. 184, Fig. 185).

Bei wirbellosen Geschöpfen hatte man Aehnliches allerdings schon vorher gesehen. Dieses sind die sogenannten unipolaren Ganglienzellen.

Bald darauf begegneten R. Wagner, Robin und Bidder mit Reichert anderen Verhältnissen. Sie fanden bei Fischen die bipolare Zelle auf.

Bekanntlich entspringen die Rückenmarksnerven mit doppelter Wurzel, einer vorderen, die am Spinalknoten vorüberstreicht, und einer hinteren, welche das Ganglion durchsetzt.

Wie man seit den Tagen von Charles Bell weiss, ist erstere aus motorischen, letztere aus sensiblen Fasern bestehend.

Zerzupft man den Spinalknoten der Fische (Rochen sind am meisten zu empfehlen), so erkennt man (Fig. 183), wie jede sensible Nervenfaser in eine Ganglienzelle eindringt, um am anderen Pole aus dieser wieder hervorzukommen (*a b*). Breite Fasern verbinden sich mit grösseren Zellen, schmälere Nervenröhren mit kleineren.

Die letzteren Nervenfasern sind wahrscheinlich sensible Bestandtheile des Sympathikus. Mancherlei individuelle, anders gestaltete Verbindungen kommen daneben vor, vielleicht als abweichende Bildungsprodukte (*d e*).

Allein in auffallender Weise sind alle Nervenzellen in den Spinalknoten und äquivalenten Gehirn-Ganglien höherer Thiergruppen nur unipolar (Fig. 184).

Beiderlei Ganglienzellen zeigen deutlich, dass ihre Hülle in

die Primitivscheide der mit ihnen verbundenen Nervenfaser übergeht.

Als dritte Form haben wir der **multipolaren** Ganglienzellen zu gedenken. Sie dürften im Jahre 1838 zum ersten Male gesehen worden sein (PURKINJE). Man begegnet ihnen beim Menschen in sympathischen Ganglien (Fig. 186), in der Retina des Auges und in der grauen Masse von Gehirn und Rückenmark.

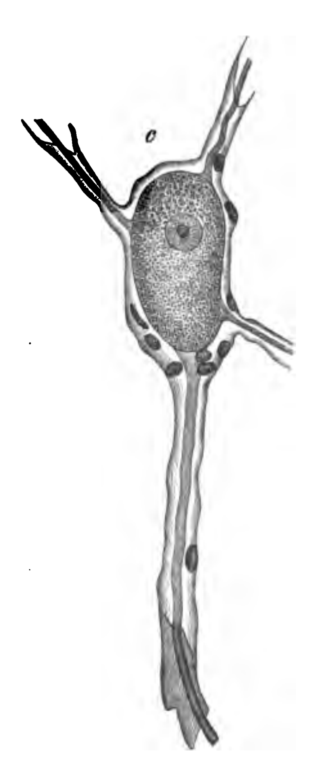


Fig. 186. Ganglienzelle aus dem Sympathikus des Menschen; *c* Hülle.

Im sogenannten Vorderhorn des letzteren findet man die zierliche Form unserer Fig. 187.

Ein hüllenloser Zellenkörper entsendet eine wechselnde, oft recht beträchtliche Anzahl zartkörniger Ausläufer (*b*), welche wiederholte Theilungen unter fortgehender Verzweigung eingehen, bis sie endlich in Form feinster Fäden dem Blick entschwinden. Seitlich ansitzende dünnste Fäserchen wollte man als Primitivfibrillen des Axenzylinders betrachten (DEITERS); doch wohl kaum mit Recht; denn Alles bleibt hier dunkel.

Neben jenem Ausläufersystem — man hat es Protoplasmafortsätze genannt — trifft man aber noch, jedoch stets in Einzahl, einen langen Fortsatz, welcher meist aus dem Zellenkörper, seltener vom Ursprung eines andern dicken Ausläufers entspringt, sich niemals verzweigt, und durch schärferes homogenes Ansehen auffällt. Das ist der Axenzylinderfortsatz (*a*). Später wird

er, von der Markscheide umhüllt, zur Nervenfaser. Doch auch dieses hat man hinterher wieder bezweifelt (Golgi).

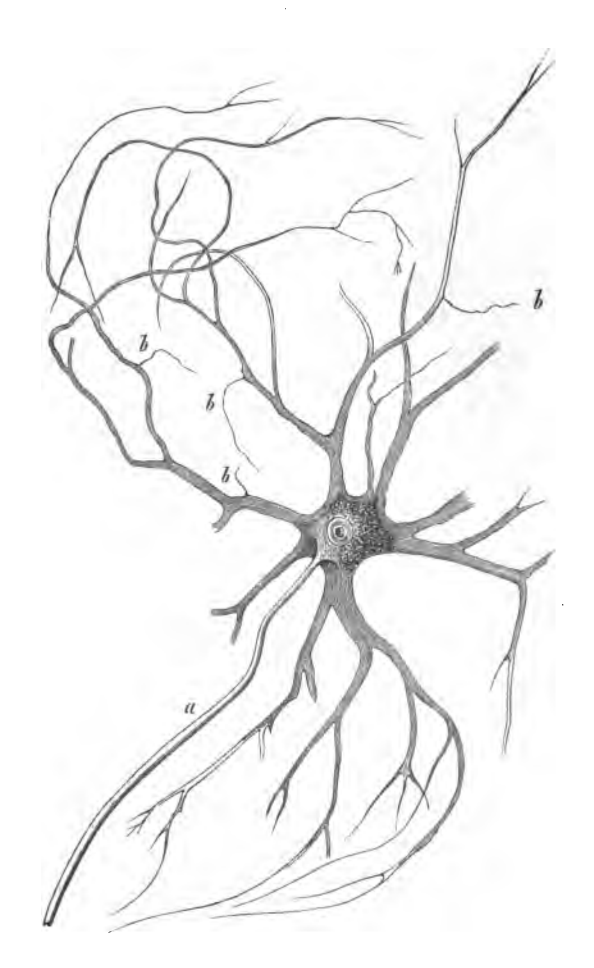


Fig. 187. Multipolare Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks (vom Ochsen) mit dem Axenzylinderfortsatz (*a*) und den verzweigten Protoplasmafortsätzen, von welchen bei *b* feinste Fädchen entspringen.

Im Sympathikus des Frosches trafen ferner Beale und Arnold eine interessante, viel besprochene Struktur der Zellen

(Fig. 188). Von ihrem rundlichen oder birn- und nierenförmigen Leibe tritt, und zwar aus dem Innern kommend, ein gerader Axenzylinderfortsatz (*c*), welcher hinterher (*e*) die Markscheide gewinnen dürfte.

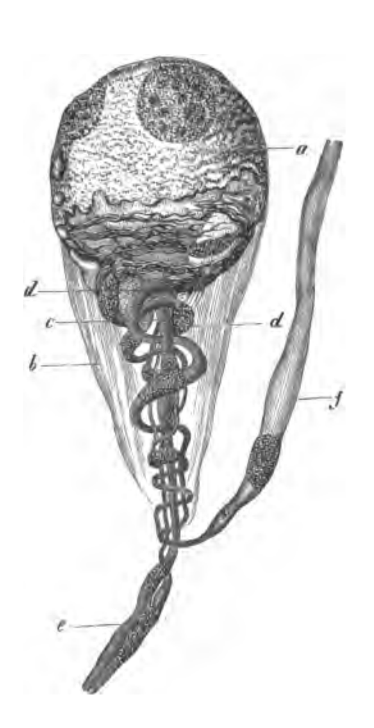


Fig. 188. Ganglienzelle aus dem Sympathikus des Laubfrosches; *a* Zellenkörper; *b* Hülle; *c* gerade nervöse Faser und *d* spiralige Faser; Fortsetzung der ersteren *e* und der letzteren *f*.

Von der Zellenoberfläche einfach oder doppelt entspringt dagegen mit dichten Spiralwindungen ein anderer Faden, welcher mit weiteren Touren den geraden Axenzylinder umgibt (*d*), oder auch nur neben letzterem hinläuft, um später von jenem sich abzutrennen (*f*) und in gestreckter Gestalt weiter zu ziehen. Ob diese Spiralfaser elastischer oder wirklich nervöser Natur ist, darüber wurde hin und her verhandelt. Mit Key und Retzius entscheiden wir uns für letzteres Verhältniss.

Endlich hat man in neuerer Zeit die feine Fibrillenbildung, wie sie der Axenzylinder (S. 220) darbot, auch in das Innere des Zellenleibes (Fig. 189) sich erstreckend beobachtet, und zwar mehr in der Rindenpartie des letzteren (Schultze). Die sowohl von den Protoplasma- als dem Axenzylinderfortsatz eingestrahlten feinsten Fibrillen laufen bald divergent, bald sich kreuzend, ohne mit einem etwa vorhandenen

Kerngerüste in Verbindung zu treten. Aber auch hier ist alles unsicher.

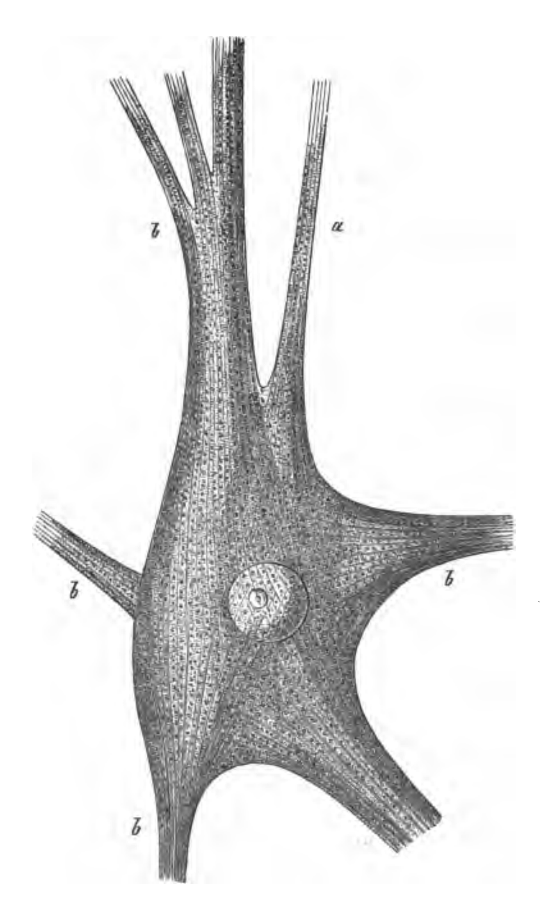


Fig. 189. Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks vom Ochsen. *a* Axenzylinder; *b* Zellenfortsätze.

Zwanzigste Vorlesung.

Die Anordnung und Endigung der Nervenfasern.

Die Gehirn- und Rückenmarksnerven erscheinen durch die Markscheiden ihrer röhrenförmigen Bestandtheile weiss, die Stämme des Sympathikus bei dem Ueberschuss markloser Fasern grau.

Erstere werden beim Austritt aus den Zentralorganen von zarter bindegewebiger Hülle umgeben; später umlagert sie noch verstärkendes, von der *Dura mater* geliefertes Bindegewebe. Das gibt nun zusammen die Nervenscheide, das Perineurium (oder Neurilemm). Nach innen dringt jenes Bindegewebe platten- und scheidenartig zwischen die Bündel der Nervenfasern, wird dabei loser und weicher. Seine modifizirte Grenzschicht bildet zuletzt die Primitivscheide der Nervenröhre. Ein spärliches gestrecktes Kapillarnetz feinster Gefässe durchsetzt das Ganze. Injektionen, von Lymphräumen aus gemacht, dringen ebenfalls unter das Perineurium und zwischen die Nervenbündel vor (Key und Retzius).

In den Nervenstämmen verlaufen die Primitivfasern ungetheilt und indifferent neben einander. Bei der meistens spitzwinkligen Astabgabe der Nervenstämme biegen Faserbündel aus der Hauptbahn in die seitliche ab.

Kommt es zu Anastomosen, so gehen von dem einen Nerven durch den Verbindungsgang Fasergruppen zum anderen, oder wir erhalten doppelten Faseraustausch.

Das Perineurium wird feiner und feiner in dem Maasse, als wir von grösseren Stämmen zu ihren feinsten Astsystemen ge-

langen. Zuletzt erscheint es als streifige oder mehr homogene Bindesubstanz mit ziemlich verkümmerten Zellen.

Die Erforschung der peripherischen Endigung der Nervenröhren — in roher Anfangsperiode hielt man sie irrthümlich für eine schleifen- oder schlingenförmige Verbindung je zweier Fasern — hat den Histologen viel Mühe und Arbeit gekostet und noch heutigen Tages sind wir von genügendem wissenschaftlichem Besitz weit entfernt. Wir greifen nur das Wichtigste heraus, und überlassen zahlreiche, zum Theil sehr unsichere Einzelheiten den ausführlicheren Lehrbüchern des Faches.

Beginnen wir mit der Endigung der motorischen Nervenfaser im quergestreiften Muskel.

Verfolgen wir die in letzteren eingetretenen Nervenästchen an passenden Objekten, z. B. manchen ganz dünnen hautartigen Muskeln des Frosches, so treffen wir später von glasheller Scheide umgeben wenige breite doppelrandige Nervenfasern. Theilt sich das Aestchen abermals, so erkennt man nicht selten, wie über die Nervenröhre jetzt etwas neues kommt; sie zerfällt nämlich unter Verengerung, einen Ranvier'schen Schnürring bildend (S. 218), in Aeste, in der Regel in zwei. Mit fortgehender Theilung dieser kleinsten Nervenstämmchen setzt sich jener Zerfall der Nervenäste fort; diese theilen sich in Zweige neuer Ordnung u. s. w. Letztere werden hierbei feiner, behalten aber noch eine Strecke weit den doppelten Kontour; zuletzt begrenzt sie eine einfache Marklinie.

Bei niederen Wirbelthieren ist jene Verästelung der Primitivröhre eine ganz gewaltige. Bei Fischen kann letztere in 50, ja bis gegen 100 Aeste zuletzt zerfallen sein. Reichert untersuchte vor langen Jahren den sogenannten Brusthautmuskel des Frosches. Er enthält 160—180 Muskelfäden. Zur Versorgung derselben dienen aber nur 7—10 eingetretene Nervenröhren.

Während also bei den niederen Vertebraten eine motorische Primitivfaser mit ihrem Astsystem eine ganze Anzahl quergestreifter Muskelfäden versieht, ist bei den Säugern (auch schon bei

Reptilien und Vögeln) die Anordnung eine andere und höhere. Die Primitivfaser theilt sich viel weniger; das Missverhältniss zwischen der Zahl der Nerven- und Muskelfasern wird demgemäss ein viel geringeres.

Die Endigung betreffend, so zeigen die niederen Wirbelthiere andere Verhältnisse als die höheren, während die Physiologie sehr nahe verwandtes erwarten lassen musste. Die Endigung geschieht allerdings bei beiden regelmässig im Innern des Muskelfadens, unterhalb dessen Sarkolemm.

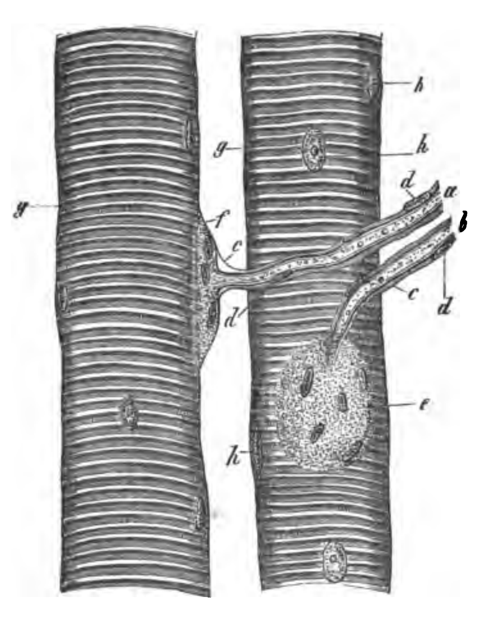


Fig. 190. Zwei Muskelfäden aus dem Psoas des Meerschweinchens mit den Neivenendigungen. *a. b* Die Primitivfasern und ihr Uebergang in die beiden Endplatten *e. f*; *c* Neurilemm mit Kernen *d. d* und übergehend in das Sarkolemm *g. g*; *h* Muskelkerne.

Wir betrachten zuerst den Muskelfaden der niedern Wirbelthiere, Fische und Amphibien, um uns dann zu Reptilien, Vögeln und Säugethieren der höheren Gruppe zuzuwenden.

Beim Frosch gewinnt die an den Muskelfaden herangetretene Nervenfaser nicht selten unter rasch sich wiederholenden Theilungen eine ganze Reihe dunkelrandiger Zweige. Es sind dieses die sogenannten »Endbüsche« von Kühne. Nach Durchbohrung des Sarkolemm verlaufen diese in Gestalt intramuskulärer, einzelne Kerne zeigender blasser Fäden (Axenzylinder) im Muskelfaden, um zuletzt in die Fleischmasse, wie es den Anschein hat, sich einzusenken.

Gehen wir jetzt zu den höheren Wirbelthieren über. Betrachten wir den Muskelfaden des Säugethiers (Fig. 190).

Hier tritt, ebenfalls von abstehender, kernhaltiger Primitivscheide (*c d*) umhüllt, die Nervenfaser (*a b*) zum Muskelfaden. Ihr Neurilemm wird zum Sarkolemm (*g*). Unter letzterem, an der Eintrittsstelle, erscheint eine kernführende, zart molekuläre Masse, eine rundliche oder ovale gekrümmte, kernführende Platte (*ef*), nach innen konkav, nach aussen konvex. Dieses Ding (dem Säugethiermuskel nur in Einzahl und mehr gegen die Mitte zukommend) ist die Endplatte von Krause, Rouget und Engelmann, oder der Nervenhügel Kühne's. Bei *f* haben wir die Seitenansicht; bei *e* erblicken wir das Gebilde von der breiten Aussenfläche her. Seine Grösse schwankt zwischen 0,0399—0,0602 mm, die Zahl der Kerne von 4—20.

Die grosse Zartheit und Veränderlichkeit der motorischen Endplatte erschwert ein weiteres Studium beträchtlich. Hört der Axenzylinder wirklich auf, indem er sich zu jener verbreitert? Oder findet erst im Innern der Endplatte die Endigung des Axenzylinders statt, so dass jener etwa die Bedeutung eines Polsters zu ertheilen wäre?

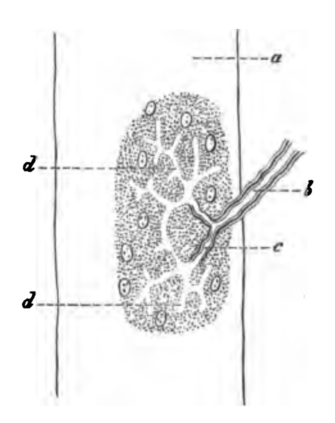


Fig. 191. Muskelfaden (*a*) der Eidechse; *b* Nervenfaser; *c* ihre Aeste mit der eigenthümlichen Endfigur *d*.

Nehmen wir die Muskelfäden der Eidechse, so gewinnt man hier (Fig. 191) unter Umständen ein eigenthümliches interessantes (wahrscheinlich aber noch nicht ausreichendes) Bild. Bei der Einsenkung in die Endplatte theilt sich der Axenzylinder der Nervenfaser (*b c*), und geht, rasch das Mark verlierend, unter fortgehender Verzweigung in eine blasse, stumpfästige, geweihartige Figur über (*d d*). Unter dieser Ausbreitung liegt erst die molekuläre kernhaltige Substanz. Man verdankt Kühne diese Beobachtung. Ich habe bei Nachprüfungen Aehnliches gesehen; allein wir sind hier einmal wieder an der Grenze der heutigen Mikroskopie. Kühne

nannte übrigens jene geweihartige Bildung die eigentliche Endplatte.

Dieses ist unserer Erfahrung nach der gegenwärtige Thatbestand. Andere vertreten abweichende Ansichten, so beispielsweise ARNDT und J. GERLACH. Nicht uninteressant dürfte es auch sein, dass in diesem so vielfach untersuchten Gebiete nach dem Vorgange TSCHIRIEW's BREMER beim Frosch intermediäre Terminalformen zwischen jener zuerst geschilderten Endigungsweise und der Endplattenbildung der höheren Wirbelthiere gefunden zu haben scheint. Leider bediente er sich ausschliesslich der so trügerischen Vergoldungsmethode.

Ueber die Nervenendigung im Herzmuskel höherer Thiere existiren zur Zeit nur unsichere Angaben. Beim Frosch sollen nach L. GERLACH feine Nervenfibrillen an und in die kontraktilen Elemente gelangen.

Auch mit den Nerven der glatten Muskulatur sieht es wenig erfreulich aus.

Schon vor längeren Jahren hatten in jener Gewebeformation verschiedene Forscher (BEALE, ARNOLD, HIS, KLEBS u. Andere) Plexus blasser feiner Nervenfasern angetroffen mit Kernen in den Knotenpunkten. Man hat dieses Geflecht als ein terminales betrachten wollen. Andere sind weiter gegangen.

ARNOLD, welcher diesen Dingen wohl am genauesten nachgespürt hat, berichtete uns später darüber Folgendes:

Die Nervenstämmchen des glatten Muskelgewebes bestehen theils aus markhaltigen, theils marklosen Fasern. Letztere sind zu bis 0,0018—0,0023 mm messenden kernbesetzten Fädchen verfeinert. Schon äusserlich in dem die Muskelmassen umhüllenden Bindegewebe kommt ein weitmaschiges, stellenweise mit Ganglienzellen versehenes Geflecht, ARNOLD's sogenannter Grundplexus, vor. Von letzterem treten einmal markhaltige Fasern aus, zu blassen längsstreifigen kernhaltigen Bändern von 0,0041—0,005 mm Quermesser werdend. Allmälig verschmälern sich letztere zu 0,0018—0,0023 mm.

Von ihnen — doch treten auch direkt blasse, also marklose Fasern aus dem Grundplexus ein — wird ein zweites, abermals ziemlich weitmaschiges Nervengeflecht hergestellt, wiederum mit Kernen in den Knotenpunkten. Das ist Arnold's intermediärer Plexus. Er liegt der glatten Muskulatur entweder dicht an, oder schon im Bindegewebe zwischen den einzelnen Lagen des erst genannten Gewebes.

Aus diesem zweiten Plexus lösen sich feine Fasern, anfangs noch mit Kernen besetzt. Sie dringen unter rascher Verfeinerung zwischen die kontraktilen Faserzellen ein. Zuletzt nach wiederholten Theilungen sind sie zu Fibrillen von nur 0,0005—0,0003 mm herabgesunken. Sie sollen ein neues, jetzt aber sehr engmaschiges Geflecht dritter Ordnung, den intramuskulären Plexus, zwischen den Spindelzellen des Gewebes bilden.

Soweit stimmen wir bei. Dass aber jene feinsten Fibrillen zuletzt noch sogar in den Kern der kontraktilen Faserzellen eindringen sollten, müssen wir in Abrede stellen. Wir vermochten nichts dieser Art jemals zu sehen.

Interessante Beobachtungen über (eine vermuthlich sensible) Nervenendigung in Sehnen machten in neuerer Zeit Rollett, Sachs und Golgi.

Es kommt hier unter Theilung markhaltiger Nervenfasern, welche aus einem entwickelten Geflechte abstammen, zuletzt zu büschelförmigen, platten Endausbreitungen, welche den Endplatten des querstreifigen Muskels ähnlich sind. Nennen wir sie Sehnennervenkörperchen. Rollett hatte ihnen den Namen der Nervenschollen gegeben.

Sehr vieles ist seit Jahren über die Nerven der Hornhaut des Auges gearbeitet worden. Wir begegnen hier einer doppelten Endigungsweise, einer im eigenthümlichen Hornhautgewebe und einer andern in der Epithelialschichtung der freien Vorderfläche. Letztere ist sicher sensibler, erstere wahrscheinlich motorischer Natur.

Die Hornhautnerven treten an der Peripherie als Bündel

feiner, anfangs markhaltiger Fasern ein. Bald ist die Markscheide verloren; wir gewinnen blasse Fäden, welchen man hier wie in der glatten Muskulatur anfänglich noch die Bedeutung der Axenzylinder und später der Primitivfibrillen (S. 220) zuschreiben muss. Auch in der Hornhaut trifft man von hinten nach vorn eine Reihe übereinander gelagerter Nervengeflechte mit evidenten Fasertheilungen.

Ein beträchtliches Kontingent letzterer endigt im Kornealgewebe. Eine frühere Angabe Kühne's, wonach die Primitivfibrillen zuletzt mit den Hornhautzellen (S. 66) sich verbinden sollten, haben Izquierdo und Waldeyer wiederholt. Aber haben wir hier motorische, oder sensible Nervenfasern vor uns?

Aus dem oberflächlichsten Nervenplexus der Hornhaut dringen, wie namentlich Cohnheim nach dem Vorgange Hoyer's gezeigt hat, feinste Nervenfädchen (Primitivfibrillen oder Bündelchen der letzteren) in's geschichtete Plattenepithel der genannten *Conjunctiva corneae* ein. Senkrecht aufsteigend und sich nochmals verzweigend entschwinden sie zuletzt in den oberflächlichsten Lagen abgeplatteter Zellen (Fig. 38 *d e f*).

Ueber die Endigung der Nerven drüsiger Organe wissen wir nichts Sicheres. Dass die Submaxillaris in ihrer Absonderung von nervösen Einflüssen sehr abhängig ist (S. 156), ist bekanntlich eine ältere physiologische Erfahrung. Dasjenige, was Pflüger für Speicheldrüse und Leber mittheilte, hat sich nicht bestätigt. Andere Angaben Krause's müssen ebenfalls noch genauer geprüft werden, und manchen nachträglichen Berichten gegenüber verhalten wir uns höchst skeptisch.

Gehen wir jetzt zu den unzweifelhaft sensiblen Nerven über, so möchten wir sensible Endnetze, bei welchen die einzelnen Nervenfibrillen durch Verästelung mit einander in anastomotische Verbindung treten, in Abrede stellen. Mit Sicherheit begegnen wir dagegen wohl dreierlei Verhältnissen:

a) Ein Theil der Fasern läuft in ansehnliche und zum Theil recht verwickelte, grössere oder grosse »Terminalgebilde« aus.

b) Andere nehmen in kleinen Körperchen des Epithel, in sogenannten »Endknöpfchen« ihr Ende.

c) Die drei höheren Sinnesnerven gehen endlich in ganz eigenthümliche spezifische zellige Elemente, sogenannte »Sinneszellen oder »Neuroepithel« aus.

Wir besprechen zunächst die beiden ersteren Endigungen. Der letzten und dritten haben wir bei den Sinnesorganen am Schlusse dieser Vorlesungen zu gedenken.

Die grösseren Endapparate sensibler Nerven (soweit sie hier uns näher berühren) sind:

1) Die Krause'schen Endkolben, 2) die Pacini'schen Körperchen, 3) die Merkel'schen Tastzellen, 4) die Wagner-Meissner'schen Tastkörperchen, ferner 5) die sogenannten Genitalnervenkörperchen und endlich 6) die Gelenknervenkörperchen.

Beginnen wir mit den ersteren. Sie, vereinzelte und im ungünstigen Schleimhautgewebe nicht leicht aufzufindende Vorkommnisse, waren lange Zeit hindurch gerade keine Lieblinge der Histologen, obgleich Kölliker und ich für ihre Existenz gleich anfänglich uns verbürgt hatten.

Krause hatte zwei verschiedene, wenn auch nahe verwandte Dinge anfänglich vermischt, den wahren ovalen Endkolben der Säugethiere, und ein anderes rundlicheres Gebilde bei den Affen und dem Menschen.

Nach Krause kommen die Endkolben vor in der menschlichen *Conjunctiva bulbi*, in der Schleimhaut am Boden der Mundhöhle, an den *Papillae fungiformes* und *circumvallatae* der Zunge, an der *Glans penis* und *clitoridis*. Auch bei Säugethieren traf sie der Entdecker in nicht unbeträchtlicher Verbreitung.

Nehmen wir also zunächst die Bindehaut der Sklera eines Kalbsauges (Fig. 192), verfolgen wir den Nervenlauf durch die abgelöste Mukosa, so begegnen wir nach langen Zwischenräumen einmal (*) einer dichotomischen Theilung der doppelt kontourirten Nervenfaser (*c*). Dann nach kürzerer oder längerer Verfolgung des

Astes gelangen wir zu einem auffallenden Gebilde (*a*). Es ist ein länglich ovaler, zuweilen leicht umgebogener Körper (im grössten Durchmesser 0,0751—0,1409 mm, im queren etwa den vierten Theil betragend). Eine matte, kernführende, mässig dicke Hülle mit einem eingeschlossenen wasserhellen, homogenen, ziemlich dickflüssigen Inhalt tritt uns entgegen.

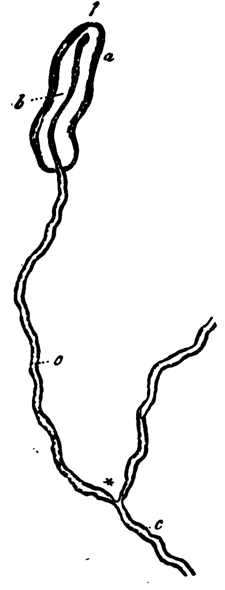


Fig. 192. Endkolben aus der Konjunktiva des Bulbus vom Kalb. *a* Endkolben; *c* Nervenfaser, bei * sich verästelnd; *b* Axenzylinder.

Die Primitivscheide des Nervenstammes oder Nervenastes gibt ihr Neurilemm in diese Hülle ab; oder, um uns vielleicht verständlicher auszudrücken, aus jenem wird unter Massenzunahme die Wandung des Endkolbens.

Bei erster flüchtiger Betrachtung könnte man vermuthen, die Nervenfaser habe damit geendigt. Man würde sich indessen sehr täuschen. Denn nach Verlust der Markscheide geht der wesentlichste Bestandtheil der Nervenfaser, der Axenzylinder, durch das Gebilde hindurch, um am oberen Pole, zuweilen mit leichtester Anschwellung, zu endigen.

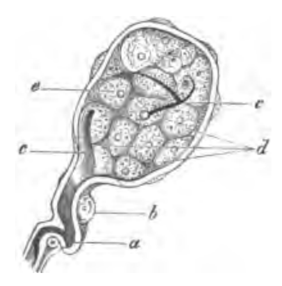


Fig. 193. Ein kleinerer Endkolben des Menschen. *a* Nerv; *b* Scheide; *c* Partien des Nerven ohne erkennbare Endigung; *d* Zellen des Innern; *e* Nervenendigung in einer Zelle.

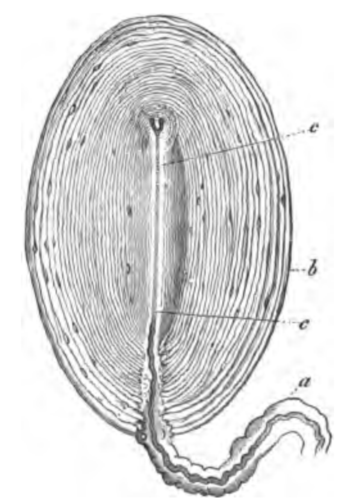
Nehmen wir jetzt den Endkolben des Menschen, wie ihn LONGWORTH später geschildert hat (Fig. 193). Starken Schlängelungen und Windungen der eintretenden oder schon eingedrungenen Nervenfaser (*ac*) begegnen wir da, welche namentlich noch im Innern des Kolbens zum förmlichen Knauel sich zu steigern vermögen. Nach manchem Wechsel endigen hier aber die Nervenfasern an oder in Zellen (*d e*), welche abweichend vom Säugethierkolben, den Kapselraum erfüllen.

Wir haben hier offenbar ein Gebilde, welches den bald zu schildernden MERKEL'schen Tastzellen und den WAGNER-MEISSNER'schen Tastkörperchen näher steht (s. u.).

Ueber die PACINI'schen Körperchen (Fig. 194) liegt ein reichliches und nicht mehr anzuzweifelndes Material vor.

Es ist sonderbar mit diesen Gebilden gegangen.

Schon vor mehr als 140 Jahren erkannte man dieselben. Sie wurden 1741 in der Doktor-Dissertation eines gewissen LEHMANN beschrieben, nachdem sie ein damaliger Professor VATER entdeckt hatte. Man vergass diese Dinge — während mehrerer Menschenalter.



Fg. 194. PACINI'sches Körperche aus dem Gekröse der Katze. *a* Nervenfaser mit Hülle, den Stiel bildend; *b* die Kapselsysteme; *c* der Axenkanal oder Innenkolben, in dem getheilt die Nervenröhre endigt.

Erst in den 30er Jahren unseres Jahrhunderts fanden sie ohne Ahnung des Vorgängers wiederum auf PACINI von Pistoja und fast gleichzeitig Pariser Aerzte bei Gelegenheit eines anatomischen Konkurses. Die Aufmerksamkeit der deutschen Forscher wurde besonders durch die Monographie HENLE's und KÖLLIKER's im Jahre 1844 auf unsere Gebilde gelenkt. Ich hatte sie damals als Göttinger Student in der Bauchhöhle der Katze schon vorher gefunden, und den eintretenden Nerven gesehen.

Doch gehen wir zum Thatsächlichen über.

Die PACINI'schen Körperchen erscheinen als 1—2 mm und mehr messende elliptische Gebilde bald mehr verlängert, bald mehr in die Breite entwickelt. Ohne Mikroskop erkennen wir sie prall, ziemlich fest, halbdurchsichtig, mit weissem Axenstreifen.

Man begegnet ihnen im menschlichen Körper regelmässig an den Nerven der Handfläche und Fusssohle, namentlich der Finger

und Zehen. Sie wechseln hier in ihrer Gesammtmenge von 600 bis 1400 Exemplaren. Daneben kommen sie noch mannigfach, aber vereinzelt anderwärts vor.

Bei Säugethieren finden wir sie an der Planta der Füsse. Eine treffliche Lokalität ist aber das Mesenterium der Katze. Manche letzterer Thiere enthalten sie hier in Unzahl; bei anderen kann man sich dagegen mühen und quälen, um nur 6—12 Stück im Ganzen aufzufinden.

Das Kapselsystem der Pacini'schen Körperchen (*b*) ist viel verwickelter gebaut als die einfache Hülle des Endkolbens.

Es besteht nämlich aus einer beträchtlichen Anzahl übereinander gebetteter, durch flüssige Zwischenmasse ausgespannt erhaltener dünner, bindegewebiger Membranen. Diese schienen früher Kerne in ihrer Wandung zu beherbergen. Nach den Untersuchungen Hoyer's aber werden ihre Innenflächen von einem dünnen Ueberzug gekernter Endothelzellen bekleidet. Die äusseren Kapselsysteme stehen weiter von einander entfernt, der Krümmung des ganzen Gebildes folgend; die inneren rücken näher zusammen, verlieren an seitlicher Wölbung, und umgeben zuletzt einen Axenkanal. Dieser, der sogenannte Innenkolben (*c*), kann dem Krause'schen Körperchen verglichen werden. Eine homogene ziemlich resistente Masse erfüllt ihn.

Nach abwärts tritt das Kapselsystem zu einer stärkeren bindegewebigen Röhre zusammen (*a*). Durch sie läuft eine breite oder mittelstarke, immerhin aber doppelrandige Nervenfaser. Eintretend in den Innenkolben verliert sie (bei *c* unten) die Markscheide; sie wird zum Axenzylinder und endigt gegen den oberen geschlossenen Pol hin gewöhnlich ungetheilt, zuweilen (und dann im Einzelnen wechselnd) gespalten (*c* oben). Das Ende zeigt in der Regel eine verschieden gestaltete Anschwellung. Dieser Axenzylinder ist der schönste, welchen man kennt. Er zeigt längsstreifigen Bau, und besteht aus Primitivfibrillen.

Wir besprechen nunmehr die Merkel'schen Tastzellen oder die Grandry'schen Körperchen von Krause (Fig. 195). Man begegnet bei Vögeln, am Schnabel und in der Zunge dann bei Säuge-

thieren und dem Menschen, an der zum Tasten dienenden Körperoberfläche, freilich hierin die Oberhaut herausgeschoben, einer Entwicklungsreihe interessanter Gebilde. Zunächst haben wir (wenigstens nach MERKEL) eine einfache grosse schöne umkapselte Zelle, an oder in welcher mit protoplasmatischer Platte (»Tastscheibe«) eine hüllen- und marklos gewordene Nervenfaser endigt. Dann (Fig. 192 *a*) legen sich zwei Zellen aneinander und zwischen ihrer Berührungsfläche erscheint das nämliche scheibenartige Ding. Die Innenfläche der Kapsel trägt ein Endothel. Andere Zellen (*b*, *c*) thürmen sich endlich in Mehrzahl, oft zu 3, seltener zu 4—6, neben und aufeinander und so entstehen komplizirtere Bildungen, welche uns zu den WAGNER-MEISSNER'schen Tastkörperchen hinüberleiten (MERKEL, FREY, KEY und RETZIUS, RANVIER, KULTSCHIZKY u. A.)

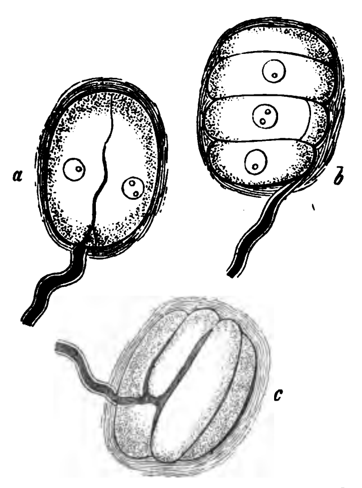


Fig. 195. Komplizirte Tastzellen; *a* aus der Wachshaut des Entenschnabels; *b* und *c* von weichen Zungenpapillen desselben Thieres.

Wenden wir uns endlich zu den sogenannten Tastkörperchen der äusseren Haut des Menschen (Fig. 196).

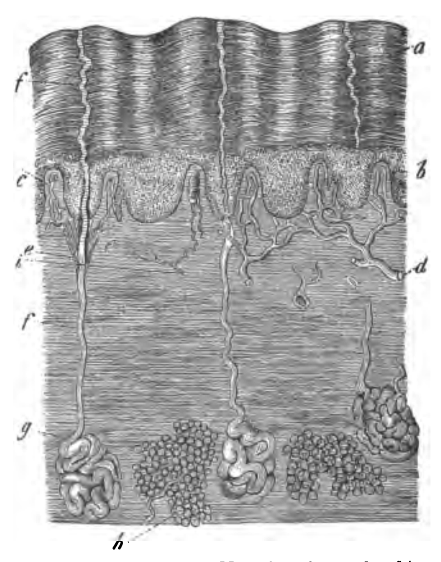


Fig. 196. Die Haut des Menschen in senkrechtem Durchschnitt. *a* Oberflächliche Schichten der Epidermis; *b* MALPIGHI'sches Schleimnetz. Darunter die Lederhaut, nach oben bei *c* die Papillen bildend, nach unten in das subkutane Bindegewebe ausgehend, in welchem bei *h* Ansammlungen von Fettzellen erscheinen; *g* Schweissdrüsen mit ihren Ausführungsgängen *e* und *f*; *d* Gefässe; *i* Nerven.

In einer vorhergegan-

genen Vorlesung (S. 67) bemerkten wir, dass die Lederhaut des Menschen papillenartige Vorsprünge, bald höhere, bald niedrigere, entwickelt. Nehmen wir die Volarfläche der Finger und Zehen, die Hohlhand und Fusssohle, die Ferse endlich, so treffen wir hier Papillen doppelter Natur. Ein Theil enthält eine Gefässschleife (*b*); andere, gefässlos, beherbergen die Nervenendigung (oberhalb *i*). Die Menge jener Nervenpapillen ist am grössten an der Volarseite der Fingerspitze; von da an nimmt sie konstant ab. Weniger begünstigt sind die Zehen; doch auch hier herrscht das gleiche Gesetz der Verminderung gegen die Fusssohle hin. Indem wir Weiteres übergehen, sei nur bemerkt, dass allein der Affe, unser nächster körperlicher Verwandter, noch Tastkörperchen darbietet. Den übrigen Säugethieren fehlen sie.

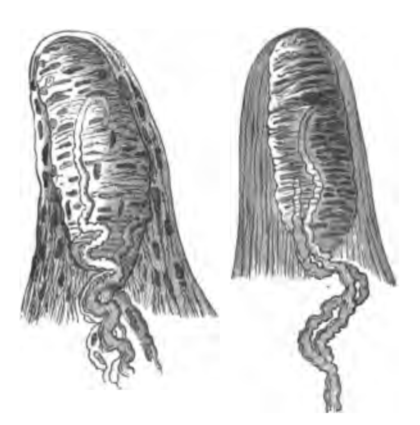


Fig. 197. Zwei menschliche Tastwärzchen aus der Haut der Volarfläche des Zeigefingers. Im Innern der Papille das Tastkörperchen, in dessen Gewebe die Nervenfasern eintreten.

Ein Tastkörperchen (Fig. 197) ist entweder oval oder bei geringerer Dimension rundlich. Sein Durchmesser schwankt von 0,0133 bis 0,0037 mm. Es liegt im Axentheile der Papille, und zeigt ein eigenthümliches, an einen Tannenzapfen erinnerndes Ansehen. Die Nervenfasern (mit ihren Stämmchen von unten her aufgestiegen) erreichen einfach, doppelt oder zu drei und vier unser Gebilde. Ihr Neurilemm geht in die Kapsel über. Die Fasern treten vielfach nach vorherigen bogenartigen Exkursionen oder schleifenartigen Umwicklungen in das Tastkörperchen, und zwar zwischen dessen Innenzellen, ein und endigen hier mit jenen scheibenförmigen Ausbreitungen, welcher wir kurz vorher bei den Merkel'schen Tastzellen gedachten. So glauben wir wenigstens zur Zeit das höchst schwierige Strukturverhältniss

auffassen zu müssen, wobei wir an den menschlichen Endkolben (Fig. 190) erinnern, aber freilich auch manche Zweifel uns offen behalten möchten.

Mit dem Namen der Genitalnervenkörperchen versieht KRAUSE in der Klitoris, sowie in der Glans penis beim Menschen und bei gewissen Säugethieren vorkommende eigenthümliche, sehr variable gelappte Gebilde, welche zum Theil eine bedeutende Grösse gewinnen können. In sie treten eine oder zwei, seltener drei bis vier Nervenfasern ein.

Verwandte sensible Gebilde, in der Synovialmembran der menschlichen Fingergelenke, ebenso im Kniegelenk des Hundes und Kaninchens vorkommend, sind die Gelenknervenkörperchen des eben erwähnten Forschers.

Wir haben damit jene eigenthümlichsten Endigungsweisen sensibler Nerven kennen gelernt.

Wie endigen aber Millionen anderer einfach sensibler Nervenfäden? Diese Frage erheben wir nun.

Davon wissen wir zur Zeit leider nur wenig. Man hat vielfach hier von terminalen Netzen feinster Nervenfasern berichtet, sowohl für den Frosch wie das Säugethier. An ihre Existenz glauben wir nicht.

Ferner steht fest, dass mitunter die letzten Endfädchen sensibler Nerven in das Epithel vordringen und in ihm endigen. Das schönste Beispiel der Art haben wir schon oben (S. 37) für die Hornhaut des Auges kennen gelernt (Fig. 37). Die Primitivfibrillen liefen da zwischen den epithelialen Zellen aus.

Andere berichten von einem Eindringen jener in die Zelle und von einem Endigen im Kernkörperchen; so HENSEN für die Haut des Frosches, LIPMANN für das hintere Hornhautepithel desselben Thieres.

Andere Hautnerven erscheinen zuletzt in Gestalt feiner markloser Fädchen, welche einmal in kleine 0,0088—0,0033 mm dem menschlichen *Rete Malpighii* eingebettete knopfartige Gebilde endigen, oder zum Theil auch weiter nach aufwärts ziehen. Wir

wollen also dafür den nichts präjudizirenden Namen der »Endknöpfchen« vorläufig annehmen.

Aehnliches hat man hinterher für das Epithel sehr verschiedener Schleimhäute beobachtet, und bald jene knöpfchenartigen Gebilde hierbei angetroffen wie im Mundepithel, bald sie auch vermisst.

Eigenthümlich scheinen sich die Zahnnerven zu verhalten (BOLL). Man kannte schon seit langer Zeit in der Wandung des Zahnsäckchens enthaltene markhaltige Nervenröhren von 0,0067 bis 0,0038 mm Quermesser.

Sie bilden nach aufwärts einen gestreckten Nervenplexus.

Aus dem dichotomischen Zerfall jener Nervenröhren entstehen in Unzahl sehr feine Primitivfibrillen. Sie drängen sich durch den Ueberzug der Odontoblasten (S. 87), erreichen die Innenfläche der Dentine, und senken sich wahrscheinlich in Zahnröhrchen ein. Letztere hätten demnach einen doppelten Inhalt; ein Theil führte die fadenförmigen Ausläufer der Odontoblasten und dann ein Rest jene nervösen Fädchen. Die Empfindlichkeit der Dentine ist übrigens den Zahnärzten längst bekannt.

Einundzwanzigste Vorlesung.

Die Zentralorgane des Nervensystems. Die Ganglien und das Rückenmark.

Wo Ganglienzellen sich ansammeln, da hebt die Bildung eines nervösen Zentralorgans an. Also von jenen kleinsten, nur durch das Mikroskop zu entdeckenden Anhäufungen weniger Zellen bis herauf zu Gehirn und Rückenmark mit ihren gewaltigen, vielfach zusammenhängenden, grauen Massentheilen zieht eine fortgehende Entwicklungsreihe.

Aber unser Wissen über letztere ist zur Zeit sehr ungenügend; es fehlt an Methoden, derartig verwickelte Strukturen zu bewältigen.

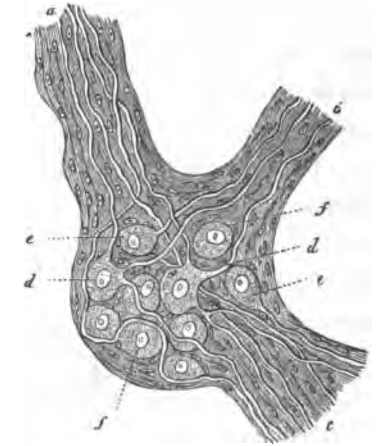


Fig. 198. Ein sympathisches Ganglion des Säugethieres, schematisirt. *a b c* Die Nervenstämme; *d* multipolare Zellen (*d** eine mit sich theilender Nervenfaser); *e* unipolare; *f* apolare.

Besprechen wir zunächst die peripherischen **Ganglien** oder **Nervenknoten** (Fig. 198). Eine bindegewebige Hülle, ein modifizirtes Perineurium, umhüllt das Organ. Es sendet in das Innere durchbrochene blattartige Fortsätze, die Träger eines ziemlich entwickelten Haargefässnetzes. Die unregelmässigen und also zusammenhängenden Hohlräume sind von dicht an einander gelagerten, bindegewebig umhüllten Ganglienzellen (*d*, *e*, *f*) erfüllt.

Zwischen ihnen laufen vereinzelte Nervenfasern oder Bündel derselben. Eine frühere Zeit glaubte, dass beiderlei Elemente, die zelligen und fasrigen, nur nebeneinander lägen. Man unterschied damals durchsetzende Primitivfasern, welche meistens bündelweise und gestreckt den Knoten durchlaufen, sowie umspinnende, die vereinzelt unter mannichfachen Windungen die engen Lücken zwischen den Ganglienkörpern durchsetzen, um hinterher dem austretenden (ein- oder mehrfachen) Nervenstamm sich wieder zuzugesellen.

Diese Verlaufsweisen kommen (allerdings durch Uebergänge vereinigt) in Wirklichkeit vor. Dass aber die Ganglienzelle mit der Nervenfaser Verbindungen eingeht, wissen wir bereits. (Fig. 183).

Bei den Ganglien der Fische und Amphibien ist das Bindegewebe schwach entwickelt. Die Isolation der Elemente gelingt also hier leichter; doch haben wir kein irgendwie befriedigendes Ergebniss aufzuweisen. Die Nervenknoten der höheren Thiere sind aber von einem festeren Bindegewebe in überreicher Fülle durchsetzt. Die Zerzupfung führt uns hier leider nur Trümmer des nervösen Einschlusses vor.

Den Anforderungen des Physiologen, welcher ein Verständniss wünscht, kann der Mikroskopiker zur Zeit nicht hier genügen — und soll es auch nicht. Denn er würde ein dürftig Gesehenes mit Hypothesen zum übersichtlichen Bilde zu verbinden haben. Kommenden Geschlechtern der Menschen wird einmal die Leuchte eines besseren Verständnisses angezündet sein; wir tappen noch vielfach im Dunkeln.

Nehme man einen Spinalknoten der Fische mit seinen Ganglienkörpern. Der grössere Theil letzterer ist sicher bipolar, d. h. die Zelle ist in den Verlauf einer breiten sensiblen Rückenmarksfaser eingeschoben (Fig. 183 *a*).

Da die Elemente des Sympathikus bei Fischen schmale markhaltige Nervenfasern darstellen, so werden wir demgemäss feine, mit kleineren Ganglienkörpern verbundene Fasern für

sensible Elemente jener Abtheilung des Nervensystemes erklären dürfen (*b*).

Man begegnet ferner in unserem Knoten noch kleineren unipolaren Zellen (*c*). Ihre schmale, also sympathische, Nervenfaser zieht nach abwärts und verbreitet sich peripherisch. Das Ganglion wäre mit diesen letzteren Bestandtheilen eines der vielen Zentren




Fig. 199. Ganglienzelle aus einem Spinalknoten des Menschen. *a* Kapsel.



Fig. 200. Aus dem Ganglion Gasseri des Kaninchens. *b* gewundene Nervenfasern; *x* LANTERMANN'sche Markfiguren; *y* T-förmige Theilung.

des Sympathikus, gleich allen übrigen Nervenknoten des Fischkörpers.

Aber schon beim Frosche wird die Sache viel schwieriger. Bipolare Ganglienzellen, in die Bahn einer sensiblen Rückenmarksfaser eingeschoben, sind nicht sicher festgestellt; sympa-

thische bipolare Ganglienzellen ebenfalls nicht. Nur die unipolare Zelle mit der abwärts streichenden schmalen sympathischen Nervenfaser kennen wir da.

Für die gleichen Nervenknoten und die äquivalenten Gehirnganglien des Säugethieres kennen wir zur Zeit nur den unipolaren Ursprung (Fig. 199. Fig. 200), wobei freilich bald die Nervenfaser sich dichotomisch oder »T-förmig« theilen kann (Fig. 200, *y y*).

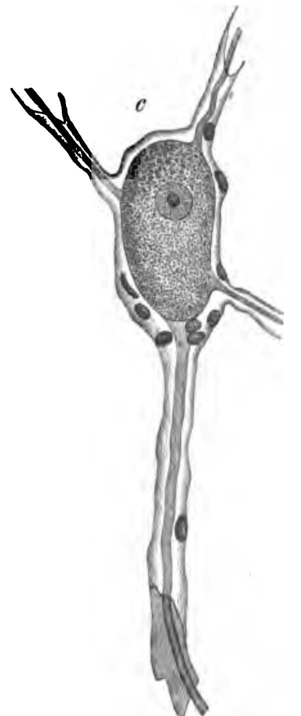


Fig. 201. Multipolare Ganglienzelle aus dem Sympathikus des Menschen; *c* Hülle.

Gehen wir nun zum Sympathikus im Sinne der alten Anatomie über. Beim Frosche können wir hier also wenigstens unipolare Ganglienzellen darthun. Andere machen uns den Eindruck der apolaren; ob mit Recht, mag dahin gestellt bleiben, wie denn über apolare Ganglienzellen ein sicheres Urtheil zur Zeit nicht möglich ist. Vielleicht Jugendformen.

Ich habe vor langen Jahren an der Hand der Remak'schen Untersuchungen die schematische Figur 198 als sympathisches Ganglion des Säugethieres gezeichnet, und ich hatte hinterher an der Hand der damaligen unvollkommenen Methoden so ziemlich das Gleiche gesehen. Ich wiederhole jetzt das Bild hier; nicht darum, weil ich das Ding für vollkommen halte (ich bin weit davon entfernt), sondern deshalb, weil ich nichts Besseres in sicherer Weise als Ersatz zu bieten vermochte. Remak, jener ausgezeichnete Forscher, hatte multipolare Ganglienzellen hier angetroffen. Nach zwei schwedischen Forschern, Key und Retzius — wir verdanken ihnen ein treffliches, glänzendes Werk — führen die sympathischen Ganglienzellen des Menschen (Fig. 201)

zwei, drei und vier, oder auch noch mehr blasse Ausläufer, welche regellos vom Zellenkörper entspringen. Ein Axenzylinderfortsatz (S. 224) fehlt und eine Umkleidung der Ausläufer mit Nervenmark liess sich nicht darthun. Verwandtes zeigen Säugethiere. — Von jenen merkwürdigen Spiralfasern, deren wir S. 226 in Fig. 188 für die sympathischen Nervenzellen der nackten Amphibien gedachten, findet sich keine Spur. Hier stimmen wir bei.

Welche Verschiedenheiten also zwischen den niedrigen und den höheren Wirbelthieren!

An die grösseren sympathischen Nervenknoten reiht sich eine Menge kleiner und kleinster an. So im Ziliarmuskel und in der Chorioidea des Auges, an den zum Schlund und zur Zunge ziehenden Ausbreitungen des *Nervus glossopharyngeus*, an den Zungenzweigen des *Ramus lingualis* des fünften Nerven. In der Wand des Kehlkopfs, der Bronchien, im Innern der Lunge und im Herzmuskel begegnen wir ferner ähnlichen kleinen ganglionären Anschwellungen.

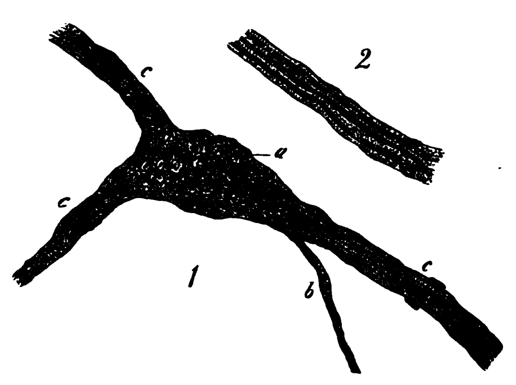


Fig. 202. Ganglion aus dem submukösen Dünndarm-Geflechte des Säuglings. *a* Knoten mit den Ganglienzellen; *b*, *c* Nervenstämmchen mit den blassen kernführenden Fasern. 2 Ein Nervenstämmchen eines fünfjährigen Knaben.

In der Wandung des Verdauungsapparates liegt, einmal der Submukosa angehörig, ein entwickeltes Geflecht kleiner Nervenknötchen; dann kommt, im Bereich der Muskulatur jenes zwischen Längs- und Ringsfaserlage, der von Auerbach entdeckte *Plexus myentericus* mit seinen vielfach multipolaren Zellen (L. Gerlach) vor. Ersteres Geflecht scheint motorischer und sensibler Beschaffenheit zu sein; letzteres besitzt wohl vorwiegend bewegliche Natur. Auch in den Harn- und Generationsorganen, ebenso in drüsigen

Gebilden stösst man auf derartige kleine Ganglien. Unsere Fig. 202, ein Nervenknötchen des submukösen Plexus, mag das versinnlichen. Bei *a* erblicken wir das Ganglion mit den marklosen kernbesetzten Fasern; bei 2 ist ein ähnliches Nervenstämmchen isolirt.

Wenden wir uns nun zum Zerebrospinalsystem, zu Rückenmark und Gehirn.

Das Rückenmark (Fig. 203) stellt bekanntlich einen zylindrischen Strang dar, bestehend aus innerer grauer und äusserer weisser Masse. Beide bilden durch die ganze Länge des Rückenmarks zusammenhängende Substanzlagen. Die graue Masse formt auf Querschnitten ein unregelmässiges lateinisches H.

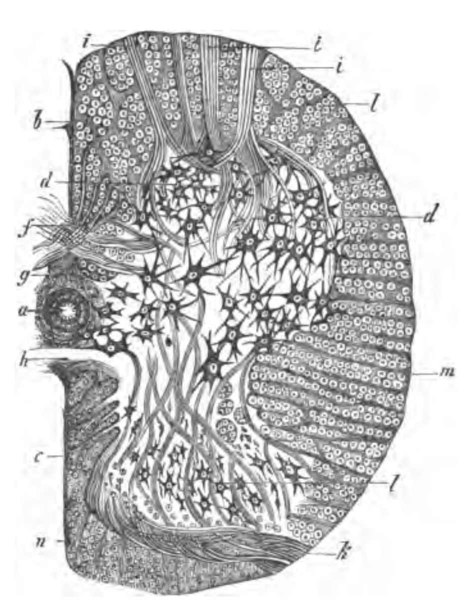


Fig. 203. Querschnitt durch die untere Hälfte des menschlichen Rückenmarks. *a* Zentralkanal; *b* *Fissura anterior*; *c* *Fissura posterior*; *d* Vorderhorn mit den ansehnlichen Ganglienzellen; *e* Hinterhorn mit kleineren; *f* vordere weisse Kommissur; *g* Gerüstesubstanz um den Zentralkanal; *h* hintere graue Kommissur; *i* Bündel der vorderen und *k* hinteren Spinalwurzel; *l* vorderer, *m* seitlicher und *n* Hinterstrang.

Man unterscheidet demgemäss vordere (*d*) und hintere Hörner (*e*). Letztere sind dann von Rolando's »gelatinöser« Substanz umzogen. Im Zentrum des Ganzen gewahren wir den von zylindrischen Zellen bekleideten Axenkanal (*a*), den letzten Rest eines in früher Fötalzeit viel weitern flimmernden Hohlraumes. Zwei tiefe Furchen, *Fissura anterior* (*b*) und *posterior* (*c*) schneiden fast bis zum Zentrum ein. Vor diesem existirt eine nervöse Faserkreuzung, *Commissura anterior* (*f*), die wichtige Verkehrsbrücke beider Rückenmarkshälften; hinter dem Axenkanal begegnen wir einer vorwiegend bindegewebigen

Masse, der sogenannten *Commissura posterior* (*h*). Die weisse umhüllende Masse zeigt den vorderen Strang (*l*), den seitlichen (*m*) und den hinteren (*n*), dessen innerster Theil, in der Halsgegend mehr abgesetzt, den Namen des GOLL'schen führt. Alle Strangsysteme bestehen wesentlich aus längslaufenden markhaltigen Nervenfasern. An der Grenze von Vorder- und Seitenstrang treten die motorischen Wurzeln der Spinalnerven zur grauen Masse hindurch (*i*); zwischen mittlerem und hinterem Strangsysteme gewahren wir, sich durchschiebend, die hinteren sensiblen Wurzeln jener Nerven (*k*).

Ein zartes Bindegewebe durchsetzt als Stütz- und Gerüstemasse das ganze Organ. Es ist der Träger des ernährenden Blutgefässsystems.

Besprechen wir zunächst jenes bindegewebige Substrat.

In der Nähe des Axenkanales tritt unsere Stützsubstanz am reinsten hervor; nach auswärts, gegen die Peripherie der grauen Masse, wird sie reichlich von nervösen Elementen durchsetzt. Man hat jener den Namen der Neuroglia gegeben (VIRCHOW). Sie besteht indessen aus einer eigenthümlichen und nicht leimgebenden Masse, wie sie die Glieder der ächten Biedesubstanz uns zeigen.



Fig. 204. Neuroglia aus der grauen Masse des menschlichen Zentralnervensystems (Cerebellum) mit eingebetteten Kernen.

Indem wir untergeordnete Variationen natürlich übergehen, bezeichnen wir jenes Stützgewebe als eine sehr zarte und höchst zersetzliche, fein netzförmige Masse mit Kernen in den Knotenpunkten, so dass also hier Zellenkörper gegeben sein dürften (Fig. 204). Die kleinen Spältchen sind durchsetzt von einem chaotischen Gewirre feinster Nervenfibrillen, welche vielfache Theilungen zeigen (J. GERLACH); in grösseren Lücken dieses sonderbaren Gewebes liegen Ganglienzellen.

Gehen wir noch weiter zur Peripherie des Rückenmarks, gelangen wir zu den weissen Strangsystemen, so ist hier das binde-

gewebige Substrat allerdings derber und fester geworden. Bald mehr homogen, bald mehr streifig erscheinend und in einzelnen Knotenpunkten wiederum Kerne enthaltend, bildet es ein Scheidensystem, freilich ein unvollkommnes, welches die absteigenden Nervenfasern als durchbrochenes Hüllenwerk umschliesst (Fig. 178). Stärkere, bindegewebige, gefässführende Züge strahlen aus zur *Pia mater*, welche bekanntlich die Oberfläche des Rückenmarks umgibt. Diese Hülle sendet endlich Falten mit ansehnlicheren Blutgefässen in die vordere und hintere Längsspalte des Organs.

Die Gefässnetze der weissen Masse, eine radiäre Anordnung nicht verleugnend, sind spärlich und weitmaschig. Dicht und engmaschig fällt dagegen das Kapillarnetz der grauen Substanz aus; letztere ist sehr blutreich.

Betrachten wir jetzt den nervösen Inhalt des bindegewebigen Fachwerks.

Die weisse kortikale Masse besteht wesentlich aus vertikal laufenden markhaltigen Nervenröhren von 0,0029 bis hinauf zu 0,009 mm Quermesser. Die dicksten Fasern zeigt der Vorder-, die feinsten der Hinterstrang, namentlich gegen die *Fissura posterior* zu. Hier bildet letztere den GOLL'schen oder Keilstrang. Auch die inneren, d. h. den grauen Hörnern anliegenden Nervenfasern pflegen feiner zu bleiben als die äusseren Gefährten.

Durchsetzt werden jene längslaufenden Fasermassen von den Bündeln der transversal und schief aus- und eintretenden Rückenmarkswurzeln.

Die vorderen oder motorischen Bündel der letzteren gelangen zum Vorderhorn (Fig. 203 *i*), und strahlen pinselförmig nach allen Richtungen hin in letzteres ein.

Betrachten wir also jetzt diese graue Masse des Vorderhorns.

Hier (*d*) liegen Gruppen grosser multipolarer Ganglienzellen nach Art unsrer Figur 187. Der sogenannte Axenzylinderfortsatz (*a*) ist der Anfang der motorischen Nervenfaser, ihr Axenzylinder. Er kann indessen auch doppelt vorkommen (BEISSO, SCHIEFFERDECKER). Jener Uebergang steht meiner Erfahrung nach fest, obgleich man

ihn auch neuerdings bezweifelt hat (Golgi). Leicht zu beobachten ist er allerdings nicht. Es ist und bleibt aber das beste Stück unseres dermaligen Wissens über den Ursprung nervöser Elemente in dem so unendlich verwickelten Organe. Ebenso kommen anastomotische Verbindungen jener Ganglienzellen vor.

Wendet man sich mehr rückwärts gegen das Hinterhorn, so begegnet man meistens kleineren, nicht selten spindelförmigen Zellen (Fig. 203 *e*) mit derselben Duplizität des Ausläufersystems. An dem Grunde des Hinterhorns mehr nach einwärts liegt noch eine Gruppe rundlicher kleinerer Ganglienzellen. Das sind die Clarke'schen Säulen.

Man hat die zelligen Elemente des Hinterhorns gewöhnlich für sensible genommen, und sie mit dem Ursprung der hinteren Wurzelfasern in Beziehung gebracht. Doch beweisen lässt sich das nicht.

Die Frage tritt an uns heran: was wird aus dem zweiten Ausläufersystem (Fig. 187), aus den sogenannten Protoplasmafortsätzen?

Ihre seitlichen feinsten Fädchen (*b*), gleich den Endausstrahlungen der Zweige selbst, galten Deiters, wie wir schon wissen, für nervöse Primitivfibrillen. Aus ihnen — und sie könnten von verschiedenen Zellen abstammen — sollte sich zuletzt ein Axenzylinder zusammensetzen. Zu einer anderen Ansicht ist später J. Gerlach gelangt. Nach ihm verbinden sich die Endverzweigungen jenes Ausläufersystems zu einem engen feinen Netzwerk, aus welchem dann erst durch den Zusammentritt dünnster Fädchen Nervenfasern entspringen sollen. Den eigentlichen Zellen des Hinterhorns spricht der letzterwähnte Forscher den Axenzylinderfortsatz sogar völlig ab. Er statuirt also für motorische und sensible Zellen eine fundamentale anatomische Differenz.

Ich traue weder den Deiters'- noch den Gerlach'schen Angaben. Wir können mit den Hülfsmitteln der Gegenwart eben leider kein sicheres Resultat erzielen. Alles bleibt Vermuthung.

Die Verlaufsweise der Bündel der hinteren sensiblen Wurzel

ist aber leider noch weit komplizirter, als es diejenige der vorderen war, und die Fasern verschmälern sich beim Eintritt in die graue Masse beträchtlicher. Sonach gestaltet sich unser Wissen hier noch unvollkommener.

Der grössere Theil der Faserbündel scheint eine chaotische Bahn durch die Hinterstränge einzuhalten, um später von der Seite her in den konvexen, d. h. nach Innen gekehrten Theil des Hinterhorns einzutreten (Fig. 203 *k*). Hier zeigt sich die *Substantia gelatinosa Rolandi* von feinsten Nervenfasern durchsetzt. Letztere sollen theils zur Basis des Hinterhorns ziehen, theils die Clarke-schen Säulen erreichen. Ueber letztere hinaus erstrecken sich ferner noch andere Faserzüge mehr nach vorne. Selbst in beide Kommissuren sollen sensible Faserbündel eintreten können.

Wir kommen nun zur Frage: was bedeuten die weissen längslaufenden Strangsysteme?

Dass sie nicht die umgebogenen, zum Gehirn ziehenden Fasermassen der Rückenmarkswurzeln darstellen, wie man in früherer Epoche annahm, bedarf nach demjenigen, was wir über jene Wurzeln kennen gelernt haben, keiner Erörterung mehr.

Nach der Ansicht von Deiters kommen jene weissen vertikalen Faserzüge aus einer Querebene der grauen Masse hervor, um in eine andere später sich einzusenken. Die Rückenmarkswurzeln endigten also in den Ganglienzellen, und letztere sendeten als vereinfachte Fortsetzungen jene Vertikalfasern des weissen Strangsystems ab. Jene Zellengruppen wären demgemäss ein provisorisches Zentrum.

Die ferneren Verbindungen der Ganglienkörper, sowohl der gleichwerthigen unter einander als der motorischen mit den sensiblen Zellen, sind bis zur Stunde in das tiefste Dunkel gehüllt.

Gedenken wir noch schliesslich in der Unsicherheit unseres Wissens der Querkommissuren des Rückenmarks. Die vordere zeigt auf das Deutlichste ächte Nervenfasern. Die Züge derselben entspringen aus der grauen Masse der einen Hälfte (ohne dass wir die Art der Entstehung kennen), um — auf- und ab-

steigend — die Fasermasse des Vorderstranges auf der anderen Seite zu gewinnen. Man hat daraus eine totale Kreuzung der motorischen Bahnen unseres Organs ableiten wollen.

Auch die hintere Kommissur enthält neben bindegewebigen Bestandtheilen feine nervöse Faserzüge.

So unbefriedigend gestaltet sich das Wissen über unser Organ. Ein neuerer Beobachter, Schiefferdecker, hat den unendlich verwickelten Faserverlauf uns anschaulich vorgeführt, und mit Recht beigefügt, dass im Rückenmark das Prinzip möglichst vielfältiger Verbindung realisirt sei.

Flechsig hatte endlich den guten Gedanken, einen neuen Angriffspunkt für das Zentralnervensystem zu wählen, nämlich den genetischen. Schon vorher wusste man bereits (Remak), dass die einzelnen Fasersysteme in ungleichen Zeiträumen des Entwicklungslebens ihre Markumhüllungen erhalten, und so als weisse Bündel nach einander hervortreten. Flechsig versuchte derartig im chaotischen Gewirre weitere Aufschlüsse auch über das Rückenmark zu erlangen. Seine zum Theil wichtigen Ergebnisse weichen mannigfach ab.

Zweiundzwanzigste Vorlesung.

Die Zentralorgane des Nervensystems. (Fortsetzung.) **Das verlängerte Mark und das Gehirn.**

Das Rückenmark, wie wir erfuhren, ist mit den Forschungsmethoden der Gegenwart nicht zu bewältigen.

Noch viel misslicher sieht es mit der weit komplizirter gestalteten *Medulla oblongata*, dem verlängerten Mark aus. Wie bei dem später zu besprechenden Gehirn wird es hier kaum möglich, das vorhandene, zum Theil sich widersprechende Material in ein kurzes übersichtliches Bild zusammen zu drängen. Wir beschränken uns deshalb auf eine fragmentarische Erörterung.

Die neuern Bearbeitungen jenes Zentralgebildes fanden durch Deiters, Meynert und Flechsig statt.

Der Axenkanal des Rückenmarks bricht in der *Medulla oblongata* dorsalwärts zur Rautengrube, *Sinus rhomboideus*, *Calamus scriptorius* auf, um sich als vierter Ventrikel vorwärts fortzusetzen. Hierdurch kommen Umlagerungen in die weissen Stränge sowie in die graue Masse des Rückenmarks. Endlich schliesst sich die vordere longitudinale Fissur zur Raphe.

Grössere Theile bilden nach vorne und innen mit ihrer Kreuzung die Pyramiden, nach aussen von ihnen die (unteren) Oliven. Dann reihen sich äusserlich die Seitenstränge und das *Corpus restiforme*, d. h. der keilförmige und zarte Strang an (letzterer ist eine Fortsetzung des Goll'schen Stranges (S. 250)).

Gehirnwärts überlagert das Organ die Varolsbrücke. Zur

Verbindung mit dem kleinen Gehirn haben wir die Kleinhirnschenkel (mit ihren beiden Theilen, den *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* und *ad pontem*). Die Verbindung mit dem grossen Gehirne vermitteln die Hirnstiele. Zehn Hirnnerven endlich entspringen vom verlängerten Mark.

Die homogene zusammenhängende graue Substanz ändert sich hier, indem sie von Bündeln der Nervenfasern durchsetzt wird. Diese Anordnung, die sogenannte *Formatio reticularis*, dehnt sich allmählich fast über die ganze *Medulla oblongata* aus.

Zusammenhängende Massen grauer Substanz bilden dasjenige, was man »Kerne« genannt hat. Ein Theil derselben ist Zentrum entspringender Nerven; in anderen gewinnen wohl Fasersysteme des verlängerten Marks eine provisorische Endigung, um hinterher von solchen Stellen aus in ihren Abkömmlingen modifizirt weiter zu ziehen. Zu letzteren, den sogenannten »spezifischen Kernen«, rechnen obere und untere Oliven, der DEITERS'sche Kern, der Pyramidenkern, die *Ganglia postpyramidalia*, die grauen Massen der Varolsbrücke, und in weiterer Ausdehnung noch das *Corpus dentatum cerebelli*, die grauen Massen der Kleinhirnschenkel und des grössten Theiles der Vierhügel (DEITERS).

Dazu kommt noch ein queres, bogen- und kreisförmiges Fasersystem, ARNOLD's *Stratum zonale.*

In der *Formatio reticularis*, ebenso in den Kernen, begegnen wir Ganglienzellen von der verschiedensten Gestalt und zum Theil von beträchtlicher Grösse mit Axenzylinder- und Protoplasmafortsätzen. Das Hereinbrechen grauer Masse in den *Funiculus gracilis* bringt es zuletzt mit sich, dass der Boden der vierten Hirnhöhle fast ausschliesslich von grauer Masse gebildet wird. Auch die Neuroglia, welche den Axenkanal des Rückenmarks umgab, erfährt wuchernde Vermehrung, um später an der Wand des *Aquaeductus Sylvii*, des dritten Ventrikels und des Infundibulum erheblichen Antheil zu nehmen.

Wie entspringen nun die Gehirnnerven aus dem verlängerten Mark?

Deiters fand hier nicht allein ein vorderes und hinteres Ursprungszentrum gleich dem Rückenmark, sondern noch ein drittes seitliches. Es beginnt letzteres schon in jenem Organe, und zwar vom Vorderhorn, und gewinnt allmählich einen gemischten Charakter.

Von ihm entspringen Accessorius, Vagus, Glossopharyngeus, ebenso Facialis, Acusticus und vordere Trigeminuswurzel.

Der sensible Theil des Trigeminus soll vom hintern Ursprungssystem abzuleiten sein.

Den vorderen Rückenmarkswurzeln endlich entsprechen neben dem Hypoglossus die Augenmuskelnerven, Abducens, Trochlearis und Oculomotorius.

Auf die Nervenkerne können wir hier nicht weiter eintreten. Zu unterst mit grossen multipolaren Zellen liegen die Zentren des Hypoglossus und Accessorius.

Was wird aus den Rückenmarkssträngen innerhalb der *Medulla oblongata*?

Es kann sich, wie wir schon bemerkten, hier nur um vereinfachte Fortsetzungen handeln.

Die Vorderstränge, zur Seite der Raphe ziehend und angeblich durch die Pyramiden verschoben, lassen sich bis weit unter die Brücke und zum Theil in die Hirnstiele verfolgen; allerdings durchbrochen von zonalen Fasern und grauer Masse, zuletzt nach eingeschobenen Ganglienzellen nur noch feinfaserig. Sie scheinen nach dem grossen und kleinen Gehirn zu ziehen.

Die Seitenstränge, den *Funiculus lateralis* bildend, gelangen wohl theilweise bis ins grosse und kleine Gehirn. Allerdings sind ihre Fasern unterbrochen und umlagert durch die *Formatio reticularis*, den Deiters'schen Kern, untere, Neben- und obere Olive.

Die Hinterstränge des Rückenmarks setzen sich nicht nach früherer Vermuthung als *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* direkt ins kleine Gehirn fort. Ihre Ausläufer in die *Medulla oblongata*, der *Funiculus gracilis* und *cuneatus*, werden durch graue eingedrungene Masse, die sogenannten *Ganglia postpyramidalia*, unterbrochen, und hören als weisse Fasermassen hier auf. Die

grauen Fortsetzungen treten theils in jene Crura, theils (gekreuzt und ungekreuzt) zur Olive, aber schwerlich auch zur Pyramide.

Die Pyramiden sollten nach früherer Untersuchung mit feinen Nervenfasern aus der *Formatio reticularis* entspringen, und ihnen Nervenfasern der seitlichen und hinteren Stränge sich beigesellen. Nach der Durchkreuzung sollten sie in den Hirnschenkeln zum grossen Gehirn ziehen, um wahrscheinlich Streifenhügel, Linsenkern, ja die Rinde der Halbkugeln zu gewinnen.

Die Angaben Flechsig's lauten nun aber folgendermassen: In die Pyramiden tritt die Innenpartie des Vorderstrangs und ein Theil des seitlichen Rückenmarks ein. Sie erhalten keinerlei Fasern aus der *Formatio reticularis* und ziehen direkt, ununterbrochen durch ganglionäre Massen, zur Rinde des grossen Gehirns.

Wir heben dieses einzige Beispiel heraus, um die Unsicherheit des gegenwärtigen Wissens zu zeigen.

Die unteren Oliven enthalten beim Menschen in ihrer grauen Masse ein eigenthümlich gefaltetes Blatt (*Corpus dentatum*), welches weisse Masse umschliesst.

Erstere Substanz beherbergt kleine gelblich pigmentirte Ganglienzellen. Ein aus den Oliven entspringendes Fasersystem soll theils zum Cerebellum, theils zum grossen Gehirn hin ziehen.

Die *Crura cerebelli ad medullam oblongatam* bilden theils Ausläufer des verlängerten Marks in das kleine Gehirn; theils dürften sie motorische Fasern von letzterem nach abwärts zur *Medulla oblongata* entsenden (Meynert).

Wesentlich anderer Natur sind die *Crura cerebelli ad pontem.* Sie stellen einmal ein queres Kommissurensystem zwischen beiden Kleinhirnhälften dar; dann leiten sie aus dem Cerebellum herrührende Fasermassen zum grossen Gehirn herauf.

Das kleine Gehirn dürfte indessen nur einen Theil der von unten her aufsteigenden Fasermassen in sich aufnehmen, und später nach Passage grauer Masse verändert zum grossen Gehirn absenden. Es ist eben doch — wie wir zur Zeit annehmen müssen —

ein Nebenleitungsapparat. Denn die andern Fasermassen steigen durch die Grosshirnschenkel direkt empor.

Die Blutgefässe der *Medulla oblongata* erinnern an diejenigen des Rückenmarks.

Recht wenig wissen wir über das kleine Gehirn. Zweier seiner Crura haben wir schon gedacht; eine dritte Kommissur, die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina*, verbinden das Organ mit dem grossen Gehirn.

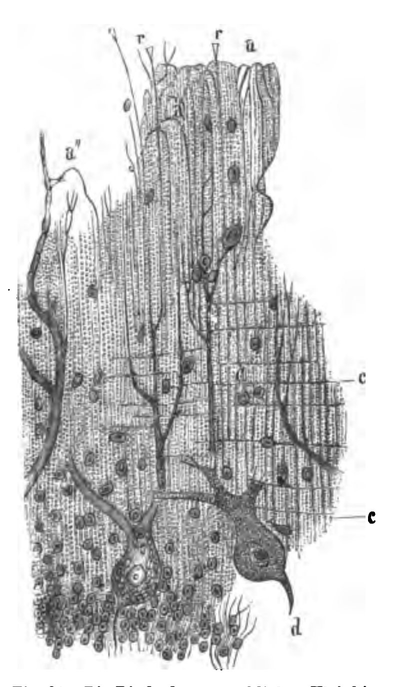


Fig. 205. Die Rinde des menschlichen Kleinhirns im senkrechten Durchschnitt. Zwei PURKINJE'sche Zellen, unter ihnen ein Stück der Körnerschicht; *d* der untere, *c* die oberen Ausläufer jener. Bei *r* Stützfasern; bei *a* die schleifenförmigen Umbiegungen der feinsten Zellenausläufer; *c* tangentiale dünnste Nervenfasern.

Das Cerebellum besteht wesentlich aus Ansammlungen weisser Nervenmasse (mit 0,0027—0,0092 mm breiten Fasern). Graue Substanz kommt an der Decke des vierten Ventrikels, im *Corpus dentatum*, in STILLING's sogenanntem Dachkern und als äussere Belegungsschicht der Windungen vor.

In der gefalteten grauen Platte des *Corpus dentatum* liegen Ganglienzellen in dreifacher Schicht. Den ganz unsicheren Faserverlauf übergehen wir.

Interessant ist der Bau der Rindenschicht. Sie zeigt eine innere rostbraune und eine äussere graue Lage.

Erstere (1—0,5 mm dick) besitzt gedrängte und geschichtete Körner, d. h. kernartige Gebilde oder, richtiger gesagt, kleine Zellen (von 0,0067 mm). Sie erinnern an später zu beschreibende Elemente der Retina des Auges und geben, letzteren gleich, von beiden Polen feinste Fädchen ab (Fig. 205 unten).

Ob diese Körner des Cerebellum nervöser (wie wir glauben) oder bindegewebiger Natur sind, steht dahin.

Die graue Schicht enthält in einfacher Lage grosse merkwürdige Ganglienzellen. PURKINJE beschrieb sie schon vor langen Jahren. Nach abwärts (*d*) entsenden sie einen Axenzylinderfortsatz, nach auf- oder auswärts ein System hirschgeweihartig verzweigter Protoplasmafortsätze (*c*). Die feinsten Endäste der letzteren (HADLICH) sollen an der Oberfläche schlingenartig umbiegen (*a*) und zur rostfarbenen Lage zurückkehren.

Bindegewebige Stützfasern (*r*) bilden an der Oberfläche eine besondere Begrenzungsschicht.

Die Hirnstiele enthalten vom verlängerten Mark und Cerebellum aufsteigende Fasermassen; daneben auch andere, welche vom grossen Gehirn zur *Medulla oblongata* herabkommen. Ihr oberer rundlicher Theil (Haube) ist vom unteren halbmondförmigen (Basis) durch dunkle Masse getrennt. Hier treten schwarz pigmentirte multipolare Ganglienzellen auf.

Die sogenannten Grosshirnganglien bestehen aus den Vierhügeln (*Corpora quadrigemina*), dem Sehhügel (*Thalamus opticus*), dem Streifenhügel (*Corpus striatum*) und dem Linsenkern (*Nucleus dentatus*). Man kennt sie nur sehr dürftig.

Unter den Vierhügeln laufen die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina* einfach weg. Sie ziehen zu den Halbkugeln des grossen Gehirns; sie sind wohl in Wahrheit *Crura cerebelli ad cerebrum*. Die histologische Ausbeute auf diesem Gebiete bleibt bis zur Stunde kaum nennenswerth. Kleine Zellen, grössere multipolare und spindelförmige Ganglienkörper hat man hier angetroffen.

Die Sehhügel haben ebenfalls histologisch nicht mehr ergeben. Wie in den vorderen Vierhügel strahlt auch in sie ein Theil des Optikus ein. Mit dem Thalamus hängt die Haube der Grosshirnschenkel innig zusammen (MEYNERT).

Im Streifenhügel und Linsenkern sollen Fasermassen des basalen Theiles der Hirnstiele endigen. Ihre feine Struktur bedarf ebenfalls genauerer Untersuchung.

Die sogenannte Stabkranzfaserung in ihrer mächtigen Entfaltung beim Menschen dürfte mit dessen geistigen Fähigkeiten im Zusammenhang stehen.

Sie wird einmal hergestellt durch Fasermassen, welche, ohne jene Hirnganglien berührt zu haben, durch die Hirnstiele emporgeleitet wurden, und dann zweitens durch die Ausstrahlungen jener ganglionären Massen.

Balken und vordere Kommissur dürften wirklich einfache Kommissuren sein, welche weder mit den Hirnschenkeln noch mit jener Stabkranzfaserung etwas zu thun haben.

Die weisse Masse der Halbkugeln besteht wesentlich aus markhaltigen, 0,0026—0,0067 mm messenden Nervenfasern.

Die graue Rindenschicht der Halbkugeln lässt sich in eine Anzahl einzelner Lagen zerlegen. Man kann ihrer etwa sechs annehmen.

In den oberen Lagen kommen kleinere Zellen vor. In der vierten begegnet man ansehnlichen 0,025—0,040 mm messenden vielstrahligen Ganglienkörpern. Einer ihrer Ausläufer pflegt gegen die Oberfläche, drei andere nach innen gerichtet zu sein. Die mittlere jener drei basalen Verlängerungen ist ein Axenzylinderfortsatz. Dann folgen endlich noch zwei andere Zellenschichten. Das ist Alles, was wir zur Zeit wissen.

Gerlach nimmt auch hier jenes feinste problematische Nervennetz an, dessen wir für die graue Masse des Rückenmarks schon oben (S. 251) gedacht haben.

An der Spitze der Hinterhauptspartie, in der Nähe des sogenannten *Sulcus hippocampi*, komplizirt sich die Rindenschicht noch weiter. Ebenso hat das Ammonshorn seine Eigenthümlichkeiten.

Ein merkwürdiges, freilich beim Menschen stark verkümmertes, Stück Grosshirnsubstanz ist der *Bulbus olfactorius*. Die mit Wimperepithel ausgekleidete Höhle zeigt eine Wandung, welche aus innerer weisser und äusserer grauer Masse besteht.

Erstere enthält die Wurzelbündel und zwar ihrer zwei, ein

stärkeres und äusseres, theils von der vorderen unteren Hirnwindung, theils vom *Corpus callosum* kommend, sowie ein schwächeres und inneres, welches man vom *Corpus striatum*, dem *Chiasma nervorum opticorum* und dem *Pedunculus cerebri* herleiten will.

In stark entwickelter Neuroglia treffen wir nach einwärts die längslaufenden markhaltigen Wurzelfasern, dann (wohl mit ihnen zusammenhängend) einen Nervenplexus sehr feiner Röhren. Endlich stossen wir auf Körner und multipolare Ganglienzellen.

Nach unten, oder vielmehr nach aussen, wandelt sich die graue Substanz ganz sonderbar um. Man begegnet hier kugligen Ballen einer granulirten, mit Kernen versehenen Masse (*Glomeruli nervi olfactorii* nach MEYNERT).

Aus jenem Klumpen entwickeln sich dann die blassen kernführenden Fasern des eigentlichen Geruchsnerven.

Der Hirnanhang wurde schon bei den Blutgefässdrüsen in seinem vorderen Theile erörtert (S. 141); der hintere besteht aus grauer Gehirnmasse.

Die sogenannte Zirbeldrüse, Conarium, durch ihre kalkigen Konkretionen schon lange auffallend, zeigt in bindegewebigem Substrat rundliche Hohlräume, bald vollkommnere, bald unvollständigere. Hier begegnet man zweierlei Zellen, grösseren sternförmigen, welche ein Netzwerk bilden, und kleineren. Letztere sind beim Erwachsenen mit Fortsätzen versehen, waren aber beim neugeborenen Kinde einmal ohne jene (BIZZOZERO).

Die Blutgefässe des Gehirns bilden, dem Rückenmark ähnlich, in der grauen Masse sehr dichte, in der weissen Substanz viel weitmaschigere Gefässnetze.

Doch ist die Anordnung in den einzelnen Hirnpartien oft eine sehr bezeichnende und zierliche, so z. B. in den olfaktorischen Lappen, dem *Corpus striatum* und der Rinde des kleinen Gehirns. Auf Detail können wir hier nicht eintreten.

Wir haben endlich noch die Hüllen des Zerebrospinalsystems zu berühren.

Die *Dura mater* (S. 67) des Gehirns verbindet sich innig mit der Beinhaut der Schädelhöhle. Um das Rückenmark bildet sie dagegen einen mit Ausnahme der Vorderseite frei aufgehängten Schlauch. Die Lücke des Wirbelkanals füllt Bindegewebe mit Fettzellen. Der Gefässreichthum ist sehr mässig bei dem Gehirn-, recht gering bei dem Spinaltheil; reichlich dagegen sind die lymphatischen Bahnen der Dura. Nerven von unbekannter Endigung zeigt endlich noch die harte Haut des Gehirns.

Dura mater und *Arachnoidea* lassen ein Lückensystem, den Subduralraum (Key und Retzius), zwischen sich.

Letztere Membran, die Spinnwebehaut, sehr arm an Blutgefässen, ist dünn, zart und netzartig durchbrochen. Am Rückenmark bleibt sie von der untersten Hülle der *Pia mater* getrennt mit Ausnahme verbindender Bindegewebestränge. So kommt es hier zur Bildung eines ansehnlichen Subarachnoidealraumes. Am Gehirn sind dagegen *Arachnoidea* und *Pia mater* zum grössten Theil mit einander verwachsen. Nur da, wo die Furchen der Oberfläche die erstere Haut brückenartig überspannt, während die *Pia mater* in die Tiefe herabsteigt, kommt es zu Spalträumen. Der ansehnliche Subarachnoidealraum des Rückenmarks ist also jetzt in zahlreiche kleinere Lücken zerlegt.

Die Bindegewebebündel der Arachnoidea werden von den bekannten platten endothelialen Sternzellen scheidenartig umhüllt (Key und Retzius). Letztere füllen auch die bindegewebigen Spalten, und zeigen nach Silberbehandlung das bekannte Felderwerk.

Die zusammenhängenden Hohlräume beherbergen ein wasserreiches Fluidum, die Zerebrospinalflüssigkeit.

Ebenfalls dünn und zart, mit den gleichen platten Bindegewebezellen tritt uns die *Pia mater* entgegen. Das aber, was sie bezeichnet, ist der mächtige Reichthum an Blutgefässen; auch an Lymphwegen ist sie durchaus nicht arm. Ihre zahlreichen

Nerven dürften für die Gefässwandungen (wenigstens vorzugsweise) bestimmt sein.

Unsere *Pia mater* überkleidet in engem Anschluss die nervösen Massen der Zentralorgane. His hatte allerdings früher hier einen epispinalen und epizerebralen Hohlraum angenommen. Das Ding existirt indessen nicht; es ist ein Artefakt. — Die neueren Beobachtungen lehren, dass die in die nervöse Masse eintretenden Blutgefässe um ihre sogenannte *Tunica media* nur lose ausgebreitet die bindegewebige Adventitia führen, und dass sie so mit trichterförmigen Erweiterungen der Aussenlage in den Subarachnoidealraum einmünden. Man kann sie von letzterem weit in das Innere des Gehirns hinein künstlich erfüllen.

Nervenstämme und Ganglien haben nach Key und Retzius dieselbe äussere durale und innere arachnoideale Scheide, sowie ebenfalls jenen subarachnoidealen Hohlraum. Auch hier gelingt die Injektion. Alles das zählt nun gleich den serösen Säcken zum Lymphapparat.

Mit dem Namen der Pacchioni'schen »Drüsen« oder Granulationen versieht man kleine rundliche bindegewebige Massen, welche namentlich am oberen venösen Längssinus des Gehirns vorkommen.

Nach den beiden mehrfach erwähnten, ausgezeichneten schwedischen Forschern sollen die ebengenannten Gebilde Uebergangspforten jener lymphatischen Hohlräume in den venösen Blutstrom bilden. Das bedarf natürlich fernerer Bestätigung.

Die Adergeflechte, *Plexus chorioidei*, enthalten in unentwickeltem Bindegewebe ein mächtiges Gefässkonvolut. Ein niedrig kubisches Epithel, nach abwärts vielfach in Spitzen auslaufend, bildet den Ueberzug.

Dreiundzwanzigste Vorlesung.

Die Sinnesorgane. Die Haut, Geschmacks-, Geruchs- und Gehörswerkzeuge.

Die äussere Haut des Menschen stellt das Gefühls- und Tastwerkzeug dar. Nur die Zungenspitze übernimmt noch einen weiteren Antheil an jener Sinnesthätigkeit.

Der Gang unserer Vorträge brachte es mit sich, dass wir der einzelnen Theile des allgemeinen Schutzorgans unseres Körpers schon an verschiedenen Stellen zu gedenken hatten. Die Epidermis erwähnten wir S. 38, die Lederhaut S. 67, das Unterhautzellgewebe S. 66; Nägel und Haare fanden S. 43 und 44 ihre Besprechung. Der Tastnerven gedachte S. 239, der einfach empfindenden Hautnerven S. 241. Zur näheren Orientirung verweisen wir im Uebrigen noch auf unsere Fig. 196.

Wir tragen also nur noch Einiges hier nach.

An Stellen, wo die Epidermis besonders dick ist, begegnet man als unterster Schichtungsgruppe der Hornlagen einem Streifen besonders durchsichtiger Zellen. Dieses ist das sogenannte *Stratum lucidum* (Oehl, Schrön).

Unterhalb letzterem findet man als erste des Malpighi'schen Schleimnetzes eine auffallende Doppellage körniger Zellen (Langerhans). Die glänzenden Körnchen des Zellenleibes, welche aus einer eigenthümlichen Substanz bestehen, haben Waldeyer Keratohyalin und Ranvier Eléidine genannt. Die physiologische Bedeutung dieser Substanz bleibt unbekannt. Man will sie beim Verhornungsprozess der Epidermis eine Rolle spielen lassen.

Die Lederhaut ist am dünnsten an Augenlidern, Vorhaut, *Glans penis* und Innenfläche der *Labia majora*; am dicksten am Rücken, der Hohlhand, Gesäss und Fusssohle, als den Stellen des stärksten Drucks.

Dass die Lederhaut ein ungemein blutreiches Gebilde ist, weiss Jedermann. In ihr kommt ein sehr entwickeltes Maschenwerk 0,0074—0,0113 mm breiter Haargefässe vor, welches Schlingen in den bei weitem grössten Ueberschuss der Hautpapillen entsendet. Selbständigeren Theilen des Blutgefässsystems begegnen wir hier um Fetttraubchen des *Panniculus adiposus*, um Haarbälge und die Körper der Schweissdrüsen (Tomsa).

Lymphatische Bahnen — eine selbständige Wandung sollen sie besitzen — kommen reichlich in der Lederhaut vor (Teichmann und J. Neumann), ein doppeltes flächenhaftes Netz bildend. In die Papillen dringen sie als Blindsäcke und Schleifen ein, so dass man an verwandte Verhältnisse der Darmzotten (S. 118) erinnert wird. Viel Wechsel herrscht übrigens nach den einzelnen Hautstellen.

Wir haben endlich noch der bisher nur flüchtig erwähnten Hautdrüsen zu gedenken.

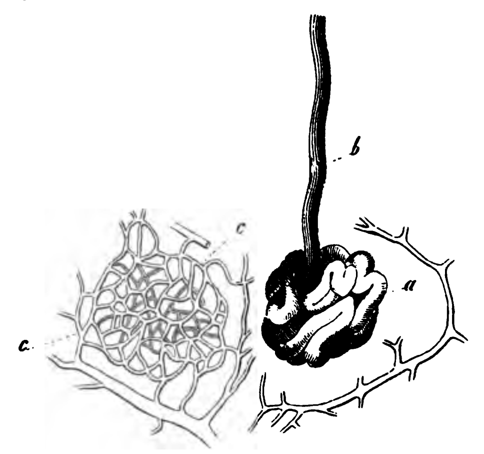


Fig. 206. Eine menschliche Schweissdrüse. *a* Der Knauel, umgeben von dem Anfange venöser Gefässe; *b* der ausführende Kanal; *c* das korbartige Haargeflecht mit dem Arterienstämmchen.

Die wichtigeren sind die knauelförmigen Schweissdrüsen (Fig. 196 *g*. 206 *ab*). Dieselben, abgesehen von der Achselhöhle, wo sie gewaltige Dimensionen und einen fettreicheren Inhalt gewinnen, bleiben klein. Ihr gewundener Drüsenkörper liegt seltener noch in der Tiefe des Korium, in der Regel im Unterhautzellgewebe. Die niedrig zylindrischen Drüsenzellen sind in ganz ähnlicher Weise gestreift, wie diejenigen in den

gewundenen Harnkanälchen der Niere. Zwischen ihnen bleiben feinste Sekretionsgänge (Ranvier). Der Ausführungsgang (*e f*), nach der Höhe der Hautstelle bald kürzer, bald länger, macht Schlängelungen, und endigt in Hohlhand und Fusssohle mit ausnahmsweiser trichterförmiger Erweiterung. Er trägt doppelte Epitheliallage. Die Wand des knauelförmigen Drüsenkörpers zeigt glatte Muskeln nach einwärts von der *Membrana propria.*

Ein zierliches Korbgeflecht der Haargefässe (*c*) umgibt den absondernden Theil.

Mit wenigen Ausnahmen, aber recht wechselnd in Menge und Stellung, enthält die menschliche Haut jene Schweissdrüsen. Der ältere Krause hat einstens für unseren Leib fast zwei und eine halbe Million jener Knaueldrüsen herausgerechnet.

Ansehnliche Schweissdrüsen umgeben auch den Afterausgang (Gay).

Im äusseren Gehörgange gewinnen jene Knaueldrüsen einen kurzen, nicht mehr gewundenen Ausführungskanal und ein fettiges, braungelbes Sekret. Das sind die sogenannten Ohrschmalzdrüsen, *Glandulae ceruminosae.*

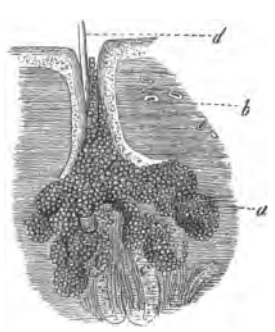


Fig. 207. Ein Talgdrüse. *a* Die Drüsenbläschen; *b* der Ausführungsgang; *c* der Balg eines Wollhaars; *d* der Schaft des letzteren.

Sehen wir jetzt nach den Talgdrüsen, den *Glandulae sebaceae* der älteren Anatomen. Ihr Sekret, eine wesentlich fettige dickliche Masse, kennen wir bereits aus einer vorhergegangenen Vorlesung (S. 148).

Sie (Fig. 207) stellen traubige Organe, bald kleiner und einfacher, bald voluminöser und komplizirter gestaltet her. Sie liegen im Korium und sind meistens, doch keineswegs ausnahmelos, an die Gegenwart der Haare gebunden, in deren Balg (S. 44) sie die zähe Fettmasse entsenden. Ebenso treffen wir kleine unserer Organe mit starken Haaren und grosse Drüsen mit Wollhärchen verbun-

den. Zuletzt münden jene ohne das Zwischenglied eines Haarbalges frei nach aussen. Ihre Grösse wechselt also beträchtlich von 0,2—2,2 mm und mehr. Die Bläschen differiren in Ausmaass und Gestalt beträchtlich. Junges, streifiges Bindegewebe ersetzt hier die sogenannte *Membrana propria.*

Gehen wir jetzt zu dem Geschmacksorgane über, so haben wir wiederum an Früheres anzuknüpfen. Schon damals (S. 158) bemerkten wir, dass der hintere Theil der Zunge oberwärts in den altbekannten *Papillae circumvallatae* und seitlich in der nachträglich wiederum aufgefundenen *P. foliata* die dem Geschmack dienenden Endigungen der Glossopharyngeus-Fasern beherberge. Beiderlei Papillensysteme kommen dem Menschen zu; doch die blattförmige ist manchen individuellen Schwankungen unterworfen. Gross ist der Wechsel bei Säugethieren. Eine *P. foliata* fehlt der Katze; umwallte gehen dem Meerschweinchen ab.

Wir haben die obige Nervenendigung jetzt näher zu untersuchen. Es sind Erwerbungen der modernen Histologie (Lovén, Schwalbe u. A.). Man hat hier komplizirte becher- oder knospenförmige Organe angetroffen, die sogenannten Geschmacksknospen. Sie nehmen, wie unsere Fig. 208 ohne Weiteres versinn-

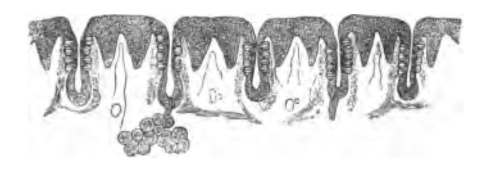


Fig. 208. Vertikalschnitt durch die sogenannte *Papilla foliata* des Kaninchens.

licht, in Mehrzahl die Seitenwand der Papille selbst und die Innenfläche des umgebenden Schleimhautwalles ein. Die Geschmacksknospe (beim Menschen ungefähr 0,08 mm hoch) ist ein epitheliales Gebilde. Sie (Fig. 209) durchsetzt die ganze Dicke dieser Schicht und ihre Spitzen liegen frei.

Wir begegnen einmal abgeplatteten, lanzettförmigen Wandungszellen (2 *a*). Sie stehen wie die Dauben eines Fasses. Nach oben, möglicherweise in kürzeste Härchen auslaufend, grenzen sie eine kleine Oeffnung ein.

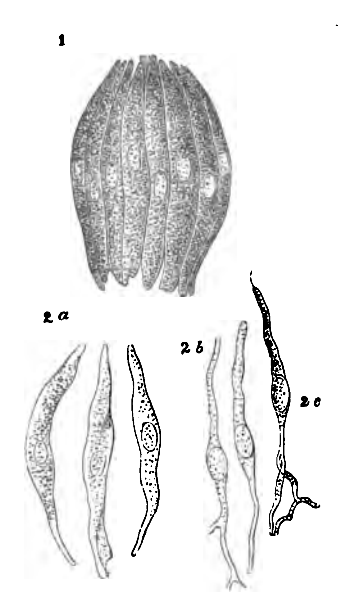


Fig. 209. 1 »Geschmacksknospe« des Kaninchens. 2 *a* Deckzellen; 2 *b* Stäbchenzellen; 2 *c* eine Stäbchenzelle mit feinem Endfaden.

Die Stütz- oder Deckzellen (2 *a*) umscheiden eine innere, dem Axentheil der Geschmacksknospe zukommende Zellenformation, die Stäbchenzelle oder, wie man sie auch (allerdings hypothetisch) genannt hat, die Geschmackszelle (2 *b*).

Nach oben kommt (freilich von unregelmässiger Form) eine Art stiftchen- oder stabförmigen Fortsatzes vor; nach abwärts zieht ein fadenförmiger Ausläufer. Man vermuthet, dass letzterer als Axenzylinder oder Primitivfibrille (?) in die unterhalb der Geschmacksknospe verlaufenden Geschmacksnervenfasern übergehe, dass die Geschmackszelle also nervöses Terminalgebilde sei. Gesehen hat dieses freilich noch Niemand. Die Konsequenzen werden wir aber erst hinterher, beim Geruch-, Gehör- und Sehnerven begreifen. Interessant ist der Umstand, dass an beiderlei Papillen sogenannte seröse Schleimdrüschen (S. 159) vorkommen (von Ebner).

Ueber die Nervenendigungen in anderen Zungenpapillen fehlt es an sicheren Thatsachen.

Das Geruchswerkzeug des Menschen besteht aus einer relativ kleinen Partie, welche die Endigung des spezifischen Sinnesnerven beherbergt. Dieses ist der obere Theil der Scheidewand, die obere Muschel und ein Stück der mittleren. Die hier gelbliche oder bräunliche Schleimhaut trägt den passenden Namen

der *Regio olfactoria* oder Riechstelle. Alles Uebrige, die unteren Abtheilungen der beiden Haupthöhlen, sowie die dreierlei Nebenhöhlen bilden nur akzessorische unwesentliche Theile, was ja auch am Ende die vergleichende Anatomie längst gelehrt hat.

Letztere Abtheilung ist von sehr blutreicher, Wimperzellen tragender Mukosa ausgekleidet (SCHNEIDER'sche Membran). Sie beherbergt einen gewaltigen Reichthum seröser Drüsenträubchen (S. 159). In den Nebenhöhlen wird die Schleimhaut dünner, und die Drüsen beginnen zu verschwinden.

Die Gefühlsnervenendigung letzterer Theile kennen wir nicht näher.

Kehren wir jetzt zum wesentlichsten Theile zurück; sehen wir uns die Struktur der *Regio olfactoria* (Fig. 210) näher an.

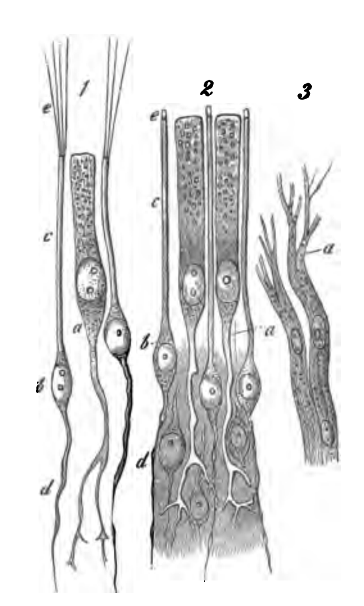


Fig. 210. 1 Zellen der *Regio olfactoria* vom Frosche. *a* Eine Epithelialzelle, nach unten in einen ramifizirten Fortsatz ausgehend; *b* Riechzellen mit dem absteigenden Faden *d*, dem peripherischen Stäbchen *c* und den langen Flimmerhaaren *e*. 2 Zellen aus der gleichen Gegend vom Menschen. Die Bezeichnung dieselbe; nur kommen auf den Stiftchen (als Artefakte) kurze Aufsätze *e* vor. 3 Nervenfasern des Olfaktorius vom Hunde, bei *a* in feinere Fibrillen zerfallend.

Die Grenzregion der SCHNEIDER'schen, also nicht mit Olfaktorius-Fasern versehenen Schleimhaut bietet den alten Wimperüberzug und die alten serösen Drüsen. Doch jetzt wird es anders. In der Schleimhaut erscheinen Drüsenschläuche, die BOWMAN'schen, mit gelblichen Zellen. Eine verdickte (in der Regel wimperlose) Epithelialmasse überzieht endlich die Riechstelle.

Untersuchen wir also zunächst dieses Epithel.

Wir begegnen da zweierlei Elementen. Einmal (1 und 2 *a*) langen zylindrischen Zellen. Ihr Körper enthält gelbliche Körnchen, und bewirkt in Verbindung mit den BOWMAN'schen Drüsen das erwähnte Kolorit unserer Lokalität. Nach abwärts entsendet der

schlanke wimperlose Zylinder einen sich theilenden dünnen Fortsatz. Durch die Verbindung derartiger Ausläufersysteme entsteht im Schleimhautbindegewebe ein förmliches horizontales Netzwerk.

Die eben geschilderten Zellen haben, wie gewöhnlich angenommen wird, mit der Nervenendigung nichts zu thun. Sie gelten als ein zwar modifizirtes, aber indifferentes Epithel.

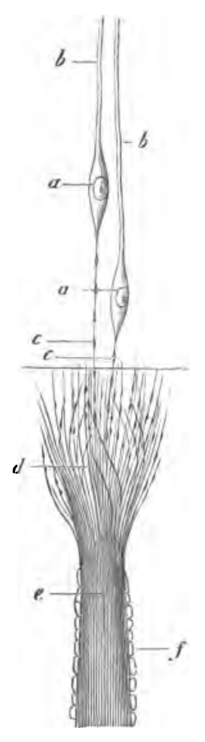


Fig. 211. Wahrscheinliche Endigung einer Olfaktoriusfaser beim Hechte. *a* Riechzellen; *b* Stäbchen; *c* unterer variköser Faden; *e* Axenfibrillen in der Scheide *f*; *d* Ausbreitung jeder; bei — fehlende Verbindung mit den gleichen Fibrillen *c*.

Aber zwischen ihnen erscheint noch eine zweite Zellenformation, das Terminalgebilde des Olfaktorius, die Riechzelle (*b*). So nennt man wenigstens mit Wahrscheinlichkeit zur Stunde das Ding. Bald höher, bald tiefer gelegen treffen wir einen spindelförmigen Zellenleib (1. 2 *b*). Nach abwärts (1. 2 *d*) entlässt letzterer einen dünnsten fadenförmigen Fortsatz (*d*). Er bietet bei gewissen Behandlungen kleine Varikositäten dar, gleich einer Primitivfibrille der Nervenfaser (S. 220). Am oberen Pole sendet unsere Spindelzelle ein stärkeres 0,0018—0,0009 mm breites, glattes Stäbchen ab (1. 2 *c*). Es erreicht, zwischen den epithelialen Zylindern aufsteigend, die Oberfläche der Stelle. Bei manchen Thieren trägt die Endfläche des Stäbchens ein- oder mehrfach lange Härchen, so z. B. beim Frosche (1 *e*).

Der Geruchsnerv (seine blassen Primitivfasern [Fig. 210. 3. Fig. 211 *f*] kennen wir schon von S. 219 her) steigt unter Astabgabe bis zur Zellenschicht der *Regio olfactoria* herauf. Die Axenzylinder (Fig. 211 *e*) ergeben sich feinstreifig; zuletzt, nach Verlust der Scheide, strahlen die Primitiv- oder

Axenfibrillen pinselförmig als dünnste variköse Fäden nach aufwärts aus (*d*). Man nimmt nun an, dass sie mit den absteigenden, ähnlich beschaffenen feinsten Ausläufern der »Riechzellen« (*c*) zusammenhängen.

Diese Theorie ist von M. SCHULTZE ausgegangen. Der treffliche Forscher konnte indessen einen zwingenden Beweis nicht beibringen; hier ebenso wenig wie bei den anderen Sinnesnerven, nach Jahren angestrengtester ehrlichster Menschenarbeit. Man kann sich also da gewisser Bedenken nicht entschlagen, dass einmal an der Hand verbesserter Methoden die Sache hinterher ganz anders kommen dürfte. Indessen das ist meine subjektive Ansicht.

In neuerer Zeit hat zu wiederholten Malen EXNER den Unterschied zwischen Epithel- und Riechzellen geleugnet. Beiderlei Zellen senken sich seiner Annahme nach an der Basis der Schleimhaut in ein horizontales Netzgerüste protoplasmaartiger Substanz ein, in welches auch die Olfaktoriusfasern endigen. Riech- und Epithelzellen stehen also beide mit Nervenfasern in Verbindung und sind Glieder einer und derselben Entwicklungsreihe. Ihm gegenüber haben sich für die ältere SCHULTZE'sche Auffassung hinterher neben Andern VON BRUNN, SIDKY und RETZIUS wieder erklärt. Ersterer Forscher fand über der *Regio olfactoria* eine Art homogener Grenzschicht nach Art der Retina (s. u.). Nur für die Riechzellen besitze sie Poren. Er behauptet dann die Existenz feinster Härchen auch für die Säugethiere.

Gehen wir jetzt zur Endigung des *Nervus acusticus* über, so betreten wir damit das schwierigste Gebiet der gegenwärtigen Histologie.

Durchlaufen wir in flüchtiger Skizze zunächst die unwesentlichen akzessorischen Theile.

Das äussere Ohr zeigt Ohrmuschel und äusseren Gehörgang. Erstere besteht aus elastischem, von verdünnter Lederhaut überzogenem Knorpel. Ihre Muskeln sind querstreifig.

Der Ohrschmalzdrüsen des äusseren Gehörgangs gedachten

wir früher (S. 152). Sie sind in ihrem feineren Bau ganz ähnlich den grösseren Schweissdrüsen.

Das Trommel- oder Paukenfell, *Membrana tympani*, ein fibröses Diaphragma, ist äusserlich von dem verdünnten Kutisüberzuge bedeckt, nach einwärts von der zarten, einfaches Plattenepithel tragenden Mukosa der Paukenhöhle. Das Gefässnetz jener Haut ergibt sich komplizirt (J. Gerlach); Lymphgefässe und Nerven kommen ebenfalls reichlich vor. Letzterer Endigung ist übrigens unbekannt.

Das ganze »mittlere Ohr« wird von dünner, gefässreicher Schleimhaut ausgekleidet. Das Blutgefässnetz zeigt beträchtliche Entwickelung der venösen Partie. Der *Nervus tympanicus* bietet Ganglien dar. Die Gehörknöchelchen bestehen aus ächter kompakter Knochenmasse; ihre Muskeln sind querstreifig. Die Eustachi'sche Röhre besitzt geschichtetes Flimmerepithel und ächte Schleimdrüschen. Ihre Nerven zeigen kleine Ganglien.

Das »innere Ohr« wird bekanntlich vom Vorhof, den halbkreisförmigen Kanälen und der Schnecke hergestellt. Blasen, mit wässriger, lymphatischer Flüssigkeit erfüllt, nehmen die Hohlräume ein. Der Gehörnerv endigt einmal an den Ampullen und Säckchen des Vorhofs, dann auf der Spiralpatte der Schnecke (*Ramus vestibuli* und *Ramus cochleae*).

Vorhof und Innenflächen der halbkreisförmigen Kanäle werden von Periost bekleidet. Die in ihrem Innern enthaltene Flüssigkeit heisst Perilymphe. Periost und Mukosengewebe der Paukenhöhle vereinigt stellen die sogenannte *Membrana tympani secundaria* her. Die Wände der Vorhofssäckchen (*Sacculus hemiellipticus* und *rotundus*) und der häutigen halbzirkelförmigen Gänge sammt ihren Ampullen zeigen äusserlich unentwickeltes Bindegewebe, innen eine glashelle kernführende Lage (in letzteren Gängen mit papillenartigen Wölbungen), sowie ein Plattenepithel. Eine zweite wässerige Flüssigkeit, Endolymphe, erfüllt dieses Höhlensystem.

Die Otolithen oder Gehörsteine (Fig. 212), von einem

gallertiger Substanz umschlossen, bilden kleine, wohl säulchenförmige Krystalle, 0,009 bis 0,002 mm messend). Sie bestehen aus kohlensaurem Kalk. Doch sollen sie eine organische Grundlage besitzen.



Fig. 212. Otolithen, bestehend aus kohlensaurem Kalk.

Gehen wir zur Ausbreitung des Gehörnerven über. Ampullen und *Sacculus hemiellipticus* werden vom Vestibularast, der *Sacculus rotundus* dagegen von einem Zweige des Schneckennerven versorgt. In Duplikaturen der Wandung, d. h. an der einspringenden Kante derselben, *Crista acustica*, kommt es zur Endigung.

Bei Fischen hatte an den Endstellen des Gehörnerven M. Schultze dreierlei Zellen getroffen, wovon eine mit stäbchenförmigem Aufsatz an die nervöse Endzelle des Olfactorius (S. 270) erinnerte.

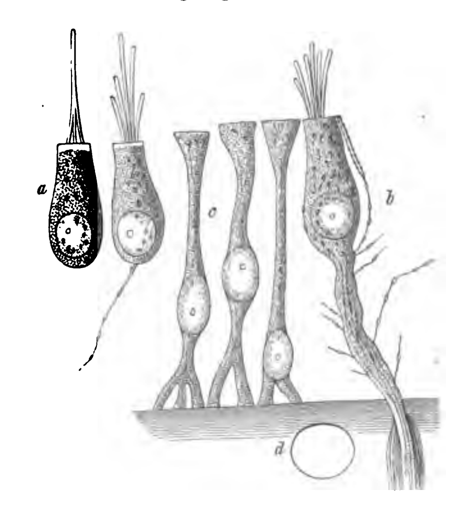


Fig. 213. Aus einer *Macula acustica* des Neugebornen. *a* Hörzellen mit Hörhaaren; *b* eine solche Nervenfaser und Fibrillen; *c* Fadenzellen; *d* Blutgefäss.

Beim Menschen sind die Einsprünge der Vorhofsäckchen schwächer entwickelt (*Maculae acusticae* von Henle), aber mehr verbreitert.

Die Nervendigung ermittelte erst kürzlich Retzius. Der ausgezeichnete Forscher unterscheidet (Fig. 213) einmal nicht nervöse Elemente von sonderbarem Aussehen, seine »Fadenzellen« (*c*), und dann nervöse Terminalzellen, seine

»Haarzellen«. Sie tragen ein sogenanntes »Hörhaar«, welches aber in eine gewisse Zahl, etwa 10 bis 15 ganz feiner Fädchen sich zerlegt.

Die Nervenfasern (*b*) sind blass. Im Epithel erfahren sie eine oder mehrere Theilungen. Ihre letzten Verzweigungen werden etwas breiter und zerfallen dann in Primitivfibrillen, welche im unteren Theile der Haarzellen endigen.*)

Wir kommen zur Schnecke, Cochlea.

Das gewundene Ding führt zwei grosse nervenlose Windungsgänge, die beiden sogenannten Treppen der älteren Anatomie, die *Scala vestibuli* und *S. tympani* (Fig. 214 *VT*), getrennt durch die einwärts knöcherne, nach aussen weiche häutige Spiralplatte. Zu ihnen kam nach Reissner's Entdeckung ein dritter mittlerer spiraliger Gang hinzu, auf dem Querschnitt ein unregelmässiges Dreieck bildend, mit zur Schneckenaxe gerichteter Spitze. Das ist der Reissner'sche Schneckenkanal, *Canalis cochlearis* (*C*), die eigentliche Schnecke niederer Wirbelthiergruppen. Nur hier, am Boden, endigt der *Nervus cochlearis.*

Es ist uns nun nicht möglich, hier den unendlich verwickelten Bau des Grundtheiles jener wahren Cochlea ausführlicher zu schildern, um so weniger, als sich leider bei aller Unsicherheit auch noch eine höchst komplizirte Bezeichnungsweise entwickelt hat**).

Der knöcherne Theil der Spiralplatte enthält im Innern die Ausbreitung des Schneckennerven (Fig 214 *q*). Bei seinem peripherischen Austritt treffen seine Faserbündel das sogenannte Corti'sche Organ (*f*).

Dasselbe bildet im Querschnitte eine kegelförmige Erhebung der häutigen Basis des Schneckenkanales. Im Inneren hohl, stellt

*) In merkwürdiger Weise dürfte in den halbzirkelförmigen Kanälen etwas vorkommen, was uns über die Bewegung des Kopfes orientirte und für die Erhaltung des Körpergleichgewichtes eine erhebliche Rolle spielte. Anatomisch fehlt uns hier jede Basis, nicht aber auf physiologischem Gebiete.

**) Es ist ausserordentlich viel über den Schneckenkanal gearbeitet worden von Reissner, Claudius, Böttcher, Schultze, Deiters, Hensen, Waldeyer, Gottstein, Lavdowsky, Retzius u. A.

die Gesammtmasse durch die Schneckenwindungen einen spiraligen Tunnel dar. Eine unendliche Komplikation des Baues empfängt uns (Fig. 215).

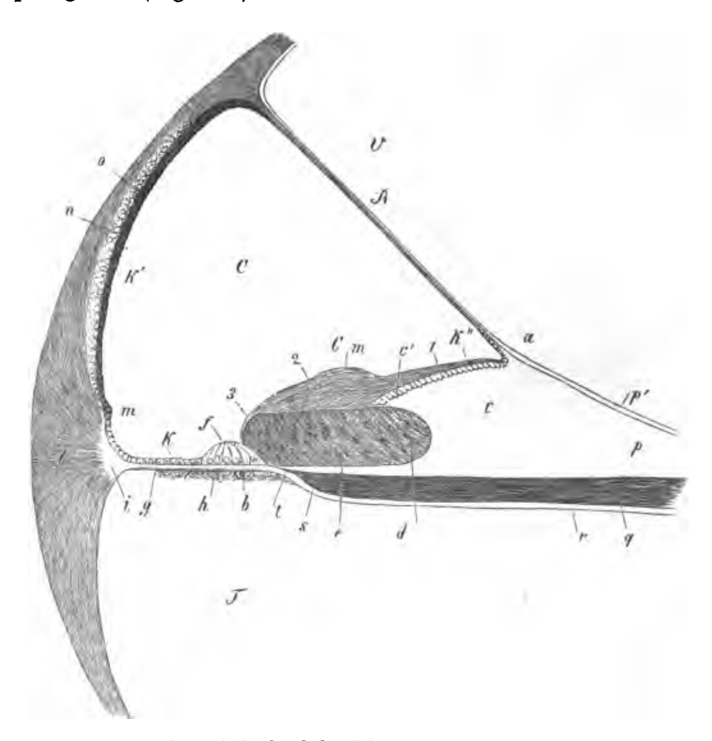


Fig. 214. Senkrechter Querschnitt durch den Schneckenkanal und die Nachbarschaft bei einem älteren Kalbsembryo. *V Scala vestibuli; T Sc. tympani; C* Schneckenkanal; *B* Reissner'sche Membran mit ihrem Ansatz (*a*) an einem Vorsprung an der sogenannten *Habenula sulcata* (*c*); *b* bindegewebige Schicht mit einem *Vas spirale* an der Unterfläche der *Membrana basilaris; c'* Zähne der ersten Reihe; *d Sulcus spiralis* mit verdicktem Epithel, welches bis zum sich entwickelnden Corti'schen Organe *f* geht; *e Habenula perforata; C m* Corti'sche Membran (1 innerer dünnerer, 2 mittlerer dickerer Theil derselben, 3 ihr äusseres Ende); *g Zona pectinata; h Habenula tecta; k* Epithel der *Z. pectinata, k'* der Aussenwand des Schneckenkanals, *k''* der *Habenula sulcata; l Ligamentum spirale* (*i* heller Verbindungstheil desselben mit der *Zona pectinata*); *m* einspringender Höcker; *n* knorpelartige Platte; *o Stria vascularis; p* Periost der *Zona ossea; p'* helle Aussenschicht desselben; *q* Bündel des Schneckennerven; *s* Endstelle der markhaltigen Nervenfasern; *t* Stelle der Axenzylinder in den Kanälchen der *Hab. perforata; r* tympanales Periost der *Zona ossea.*

Einer Doppelreihe konvergent aufsteigender und auf der Höhe des Corti'schen Organes sich treffender kontraktiler »Pfeiler« (*n m o*) begegnen wir hier. Sie schliessen jenen »tunnelartigen« Raum ein. Zwei der »Aussenpfeiler« (*o*) zählen übrigens auf drei

jener inneren Elemente (*n m*). An ihrer Basis begegnen wir Zellenrudimenten.

Eine weitere Mannigfaltigkeit führen die Epithelzellen des Schneckenkanals herbei. Sie werden von innen nach aussen (d. h. also von der Schneckenaxe an gegen die konvexe Aussenwölbung zu) höher und höher (*g*). An die Innenseite des Innen-

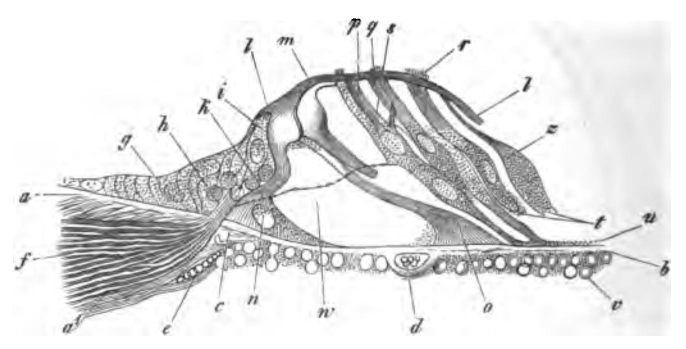


Fig. 215. Das CORTI'sche Organ des Hundes in senkrechtem Durchschnitt. *ab* Homogene Schicht der sogenannten *Membrana basilaris; u* vestibulare Schicht; *v* tympanale mit Kernen und Protoplasma; *a Labium tympanicum* der sogenannten *Crista spiralis; a'* Fortsetzung des tympanalen Periost der *Lamina spiralis ossea; c* verdickter Anfangstheil der *Membrana basilaris* neben der Durchtrittsstelle *h* des Nerven; *d* und *e* Blutgefässe; *f* der Nerv; *g* Epithel des *Sulcus spiralis externus; i* innere Haarzelle mit basalem Fortsatze *k*, umgeben von Kernen und Protoplasma (der »Körnerschicht«), in welche die Nervenfasern einstrahlen; *n* Grundtheil oder Fuss des inneren Pfeilers des CORTI'schen Organes; *m* dessen »Kopfstück«, verbunden mit dem gleichen Theile des äusseren Pfeilers, dessen untere Hälfte fehlt, während der nächstfolgende Pfeiler *o* Mittelpartie und Grundtheil darbietet; *p, q, r* die drei äusseren Haarzellen; *t* Grundtheil einer Haarzelle (der obere Strich ist weg zu denken); *z* eine sogenannte Stützzelle von HENSEN; *l Lamina reticularis*; *w* Nervenfaser endigend (?) an der ersten der äusseren Haarzellen.

pfeilers des CORTI'schen Organs legt sich eine lange Zylinderzelle, am freien oberen Rande mit kurzen Härchen bedeckt, an (*i*). Das ist die »innere Haarzelle« von DEITERS. Dem Aussenpfeiler jenes CORTI'schen Tunnels schmiegen sich in drei- und vierfacher Reihe, abermals schief gerichtet, die »äusseren Haarzellen« (*pqr*) an. Weiter nach auswärts kommen spindelförmige Elemente, »Stützzellen« von HENSEN (*z*), und dann, allmälich sich verflachend, wieder niedrigere kubische Epithelzellen vor.

Die Stützen der Innen- und Aussenpfeiler greifen ganz eigenthümlich gestaltet in einander. Von hier aus entwickelt sich noch eine höchst merkwürdige, horizontal hinziehende Haut, die *La-*

mina velamentosa von Deiters (*l*, *l*). Es ist unmöglich, hier den netzförmigen wunderbaren Bau zu schildern.

Wo endigen aber die Primitivfibrillen des Schneckennerven?

Sie treten, aus dem Gefängniss der *Lamina spiralis ossea* zuletzt befreit, zwischen den Innenpfeilern in den Tunnel des Corti'schen Organes. Schon vorher sollen sie in die inneren Haarzellen sich theilweise verloren haben. Zuletzt senken sie sich nach Waldeyer in die äusseren Haarzellen (*w*). Retzius (welchem wir eine glänzende Monographie über die Gehörwerkzeuge der Vertebraten verdanken) erklärt die Endigung jener Nervenfibrillen beim Säugethier für eine zur Zeit ungelöste Frage. So unsicher ist bis zur Stunde hier Alles.

Vierundzwanzigste Vorlesung.

Die Sinnesorgane (Fortsetzung). **Das Auge.**

Wir haben endlich noch der Endigung des Sehnerven zu gedenken. Allerdings müssen wir das ganze Auge, das herrliche, wunderbare und für den Arzt so wichtige Organ, dabei in den Kreis unserer Erörterung hineinziehen. Freilich, bei der gewaltigen Verwicklung des Baues kann es sich nur um eine kursorische, unvollkommene Darstellung handeln. Indessen sie wird hier doch eine etwas leichtere als bei dem Gehörwerkzeug.

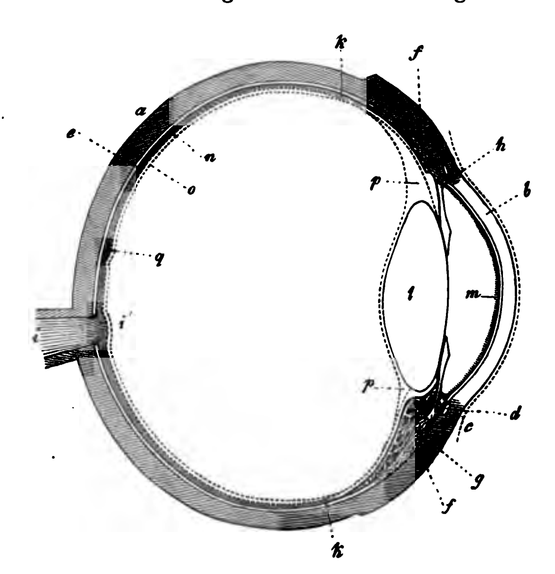


Fig. 216. Querschnitt des Auges: *a Sklera; b Cornea; c Conjunctiva; d Circulus venosus iridis; e Chorioidea* mit der Pigmentlage der Retina; *f M. ciliaris; g Processus ciliaris; h Iris; i N. opticus; i' Colliculus opticus; k Ora serrata retinae; l* Krystalllinse; *m Tunica Descemetii; n Membrana limitans interna* der Netzhaut; *o Membrana hyaloidea; p Canalis Petiti; q Macula lutea.*

Der Augapfel (Fig. 216) zeigt bekanntlich zunächst ein äusseres Kapselsystem, dessen hinterer undurchsichtiger grösserer Theil von der Sklera (*a*) gebildet wird, während das vordere kleinere

transparente Segment (*b*) die Hornhaut oder Cornea herstellt. Jener Hülle schliesst sich nach einwärts eine schwarze Lage, die sogenannte Uvea, an. Sie besteht von vorne nach hinten aus einem zunächst grösseren Theile, der Chorioidea (*e*) mit den Ziliarfortsätzen (*g*), sowie dem äusserlich angebrachten Spannmuskel (*f*), und endlich einer vordersten ringförmigen Scheibe, der Blendung oder Iris (*h*).

Den Inhalt der Hohlkugel bilden die verschiedenen lichtbrechenden Medien. Schon die Hornhaut (*b*) zählt hierher; an sie reiht sich der sogenannte *Humor aqueus*, d. h. der wässerige Inhalt der vorderen und hinteren Augenkammer (vor *l*). Hierauf folgt als festeres Gebilde und wichtigster brechender Körper die Krystalllinse (*l*), und den Beschluss bildet endlich eine mächtige, nach vorne konkav eingedrückte kuglige Masse, der Glaskörper oder der *Humor vitreus* (hinter *l*).

Den grössten Theil des letzteren bedeckt nun aber die becherförmige Ausbreitung des Sehnerven, die Nerven-, Netzhaut oder Retina (*i*). Sie endigt in üblicher Auffassung nach vorne in der Gegend des Ursprungs der Ziliarfortsätze, mit welligem Rande, der sogenannten *Ora serrata* (*k*).

Ein sehr verwickeltes, fast ausschliesslich der *Arteria ophthalmica* entsprungenes Gefässsystem versieht unser Organ mit Blut. Auch lymphatische Bahnen fehlen natürlich nicht.

Die Hornhaut mit ihren beiden homogenen Grenzlagen fand früher S. 66 Erwähnung. Das geschichtete Plattenepithel der Vorderfläche wurde S. 37 erwähnt, ebenso die einfache Zellenlage der hinteren S. 35, die Nerven S. 233.

Schon damals gedachten wir des Hohlgangssystemes der Kornea, und schrieben jenem eine Art von Wandung zu. Darüber herrscht nun allerdings Verschiedenheit der Ansichten. Die Hohlgänge dieses Saftspaltensystems (Fig. 217) lassen sich durch Einstich künstlich erfüllen; in glücklichen schonenden Fällen unter Bewahrung der alten Gestalt, in zahlreichen roheren aber verunstaltet, unter dem Bilde weiter unförmlicher Gänge. Man hat als-

dann nicht übel von »Sprenglücken« gesprochen. Interessant ist der Umstand, dass eine gelungene Injektion der Saftspalten zuletzt in die Lymphwege der Konjunktiva einleitet.

Der zellige Inhalt des Gangwerkes hat unendliche Kontroversen veranlasst; allerdings nicht die durchwandernden Lymphkörperchen, sondern die »fixen« Hornhautzellen (Fig. 217 links und unten). Es sind (modellirt nach der Gestalt der umschliessenden Räume)

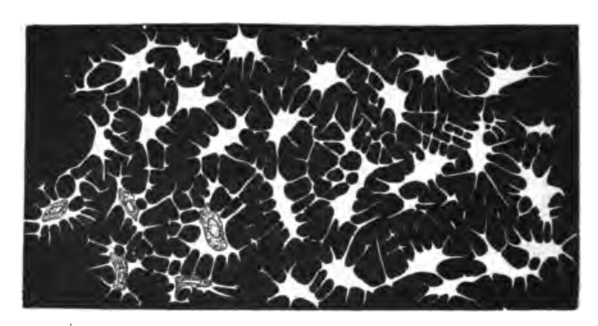


Fig. 217. Die Hornhaut des Menschen versilbert. Die Hornhautkörperchen, d. h. das Saftlückensystem, farblos. Links nach unten vier veränderte Inhaltszellen.

stern- und schaufelradartige Zellen, deren Kern stets von etwas Protoplasma umhüllt wird, während die peripherischen Theile zu homogenen schleierartigen Platten umgewandelt sind. Eine beschränkte Kontraktilität dürfte den Zellen zukommen. Ihre Ausläufer bilden unserer Ansicht nach kein zusammenhängendes Netzwerk. Ein Theil der Saftgänge bleibt demnach mit Flüssigkeit erfüllt. Doch alles das wird von Anderen in Abrede gestellt. Niemals sollte man hier einem Reagenz, z. B. dem so trügerischen Goldchlorid, die Entscheidung vertrauensvoll überlassen.

Die Sklera (S. 67), eine feste bindegewebige Haut, besteht in gekreuzter Struktur aus meridionalen und äquatorialen Bündeln. Nach vorne geht sie kontinuirlich über in das modifizirte glashelle Bindegewebe der Hornhaut. Auch sie führt regelmässige Hohlgänge mit Lymphkörperchen und zeigt theils farblose, theils pigmentirte Bindegewebszellen (Waldeyer). Nerven scheint sie nur am Kornealrand zu besitzen.

An der Grenze beider Membranen, jedoch der Innenfläche der

Sklera angehörig, begegnen wir einem komplizirten ringförmigen Behälter. Das ist der *Sinus Schlemmii* (Fig. 216 *d*). Man hat ihn für einen venösen Blutbehälter (LEBER) erklärt. Andere erblicken in ihm einen lymphatischen Hohlgang (SCHWALBE, WALDEYER).

Hinten geht die Sklera in die äussere, von der *Dura mater* abstammende Scheide des Sehnerven über. Endlich dringen in jene Membran noch die Sehnenbündel der Augenmuskeln verstärkend ein.

Das System der Uvea zeichnet sich mit Ausnahme der vordersten Partie, d. h. der Blendung, durch sehr beträchtlich entwickelte Gefässe aus.

Bedeckt wird die ganze Innenfläche (also bei der Iris die hintere) von dem pigmentirten Aussenepithel der Retina (S. 36). Letztere ragte nämlich in der Fötalzeit einmal viel weiter nach vorne vor, als es jetzt in den Tagen der Reife der Fall ist.

Den grössten Theil der Uvea bildet das hintere Stück, die Chorioidea. Diese wenig starke Haut besteht aus mehreren, dünnen bindegewebigen Lagen.

Wir erkennen a) eine innere glashelle Grenzschicht (0,0006—0,0008 mm, nach vorne dicker und unebner), b) eine dünne homogene Lage mit ausserordentlich entwickelten sternförmigen Haargefässnetzen, die Choriocapillaris. Dann folgt c) eine Lage eines ungemein dichten und zarten elastischen Netzes, welche auf beiden Flächen ein dünnes Endothelhäutchen tragen soll (SATTLER). An sie reiht d) sich die eigentliche Chorioidea der Histologen, mit sternförmigen, sehr gewöhnlich pigmentirten Bindegewebszellen, etwas stärkerem elastischem Netz, und einem grossen Reichthum arterieller wie venöser Gefässe, und endlich ganz nach aussen e) ein loses pigmentirtes Bindegewebe, welches die Verbindung mit der Innenfläche der Sklera herstellt. Man nennt letzteres lamellöse Ding die *Suprachorioidea* oder *Lamina fusca*; es bildet einen lymphatischen Raum mit ansehnlichen Endothelzellen.

Mächtig entwickelt ist ebenfalls das Gefässnetz in dem Strahlenkranz und seinen nach innen einspringenden Ziliarfortsätzen. Das

Substrat bleibt demjenigen der Chorioidea verwandt, doch die pigmentirten Bindegewebezellen schwinden.

Nach aussen von jenen Fortsätzen begegnen wir einer eigenthümlichen glatten Muskelmasse, dem *Tensor chorioideae*, *Musculus ciliaris* — oder *Ligamentum ciliare* einer älteren Epoche (Fig. 216 *f*).

Der Ziliarmuskel entspringt beim Menschen an der Innenseite des Grenzgebietes von Kornea und Sklera. Meridionale Bündel des ersteren strahlen nach hinten gerichtet in den Ziliarkörper ein; nach unten und innen kommen geflechtartige Züge und ganz nach einwärts endlich zirkuläre Bündel (Müller'scher Ringmuskel) vor.

In dem bindegewebigen Substrate der Iris begegnen wir bei hellen Augen farblosen, bei dunklen pigmentirten Bindegewebezellen. Daneben treten muskulöse glatte Elemente auf. Ringförmige Züge (Fig. 218 *a*) bilden den Zusammenzieher oder *Sphinkter* der Pupille. Aus ihm setzt sich — ein Streitobjekt mancher Jahre — der *Dilatator pupillae*, der Erweiterer der Blendung, zusammen.

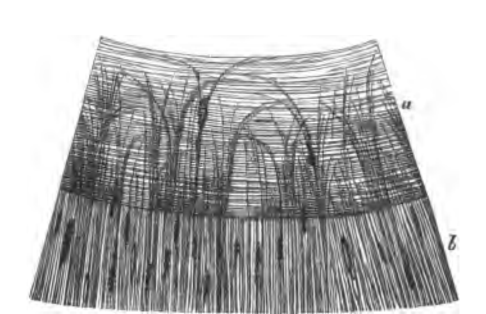


Fig. 218. Flächenansicht der menschlichen Iris; *a* der Sphinkter, *b* der Dilatator der Pupille.

Anfänglich getrennte Muskelbündel formen dann weiter peripherisch eine zusammenhängende radiäre Faserlage (*b*). Am Ziliar-, d. h. am Aussenrande, begegnet man endlich einer ringförmigen Muskelschicht. So verhält sich unser Organ beim Menschen.

Dieser Aussen- oder Ziliarrand der Blendung gibt an seiner Vorderfläche noch zu einem eigenthümlichen Gewebe, dem *Ligamentum pectinatum iridis* (Huek), Veranlassung.

Schon früher (S. 66) erfuhren wir, dass die Hinterfläche

der Hornhaut von einer glasartigen Haut, der *Membrana Descemetica* oder *Demoursii*, bedeckt sei. An ihrer Peripherie geht diese hintere Deckschicht in ein eigenthümliches (beim Menschen dem elastischen wohl am nächsten verwandtes) Netzgewebe über, welches den Aussenrand der vorderen Augenkammer durchsetzt. Das ist eben jenes sogenannte *Ligamentum pectinatum*. Seine Balken werden von Epithelzellen überzogen. Eine derartige Schicht trägt auch die Vorderseite der Iris. Einen unvollkommen geschlossenen ringförmigen Gang, welcher das Balkenwerk jenes Ligamentum eingrenzt, hat man *Canalis Fontanae* genannt.

Kleine Ganglien der Ziliarnerven kommen in der Chorioidea vor; reichlicher versehen mit Nervenfasern sind der Ziliarmuskel und die Blendung. Doch die Endigungsweise kennen wir zur Zeit noch nicht.

Ueber Krystalllinse und Glaskörper verweisen wir im Allgemeinen auf S. 90 und S. 54. Doch noch eines Verhältnisses haben wir hier specieller zu gedenken. Nach verbreiteter Annahme zertrennt sich die Glaskörperhaut (Fig. 216, in der Gegend von *k*) in zwei Blätter, ein hinteres und ein vorderes, die sogenannte *Zonula Zinnii*, die von den Ziliarfortsätzen halskrausenartig eingedrückt ist. Beide setzen sich an die Aequatorialzone der Krystalllinse an. Die Zinn'sche Zone zeigt ein eigenthümliches blasses und resistentes Fasersystem. Ein dreikantiger, von beiden Lamellen eingegrenzter Ringsinus trägt den Namen des *Canalis Petiti*. Doch manches ist hier noch unklar, und der Raum am Ende nur ein Artefakt (Merkel, Mihalkovics).

Wenden wir uns jetzt zur Ausbreitung des Sehnerven, zur Nerven- oder Netzhaut, Retina. Unsere Membran besitzt an der Eintrittsstelle des Sehnerven ihre grösste Dicke (0,38—0,23 mm). Peripherisch wird sie dünner (etwa zur Hälfte). Den Aequator überschreitend (bis zu 0,09 mm verdünnt), endet sie in älterer Auffassung als sogenannte *Ora serrata* (Fig. 216 *k*). Nach aussen von der Eintrittsstelle des Opticus (*i'*), etwa 3—4 mm entfernt liegt der gelbe Fleck, *Macula lutea*, die Stelle des deutlichsten

Sehens (q). Seine Mitte bildet eine vertiefte, nach LEBER gefässlose Stelle, die sogenannte *Fovea centralis*.

Die Retina, mit zahlreichen anderen Formelementen versehen, erscheint als ein ausserordentlich verwickeltes Gebilde und zugleich von höchster Zartheit und Variabilität. Unendlich viel ist über sie in älteren und neueren Tagen gearbeitet worden; doch von einem Abschluss, trotz der Arbeiten von H. MÜLLER und M. SCHULTZE u. A., sind wir himmelweit entfernt, wie SCHWALBE's spätere Studie lehrt.

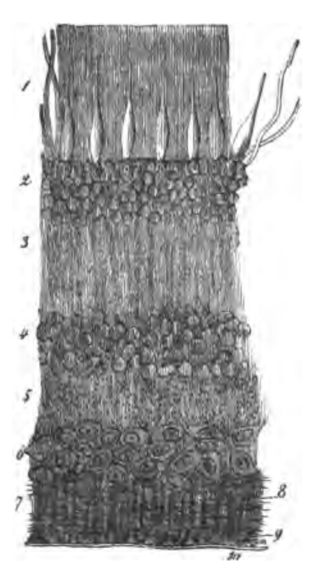


Fig. 219. Die Retina des Menschen im Vertikalschnitte. 1 Lage der Stäbchen und Zapfen, nach unten durch die *Membrana limitans externa* begrenzt; 2 die äussere Körnerschicht; 3 die Zwischenkörnerschicht; 4 die innere Körnerschicht; 5 die fein granulirte Schicht; 6 die Lage der Ganglienzellen; 7 die Ausbreitung der Sehnervenfasern; 8 die MÜLLER-schen Stützfasern; 9 ihre Umwandlung zu der inneren Begrenzungshaut; 10 die *M. limitans interna*.

Die Retina (Fig. 219) wird äusserlich von der uns (S. 36) bekannten einfachen pigmentirten Epithellage umhüllt. Dann (1) erhalten wir die Schicht der Stäbchen und Zapfen; hierauf folgt die sogenannte äussere Begrenzungshaut, *Membrana limitans externa* (der Querstrich zwischen 1 und 2). An sie reiht sich die äussere Körnerschicht (2), dann die Zwischenkörnerschicht (3) an. Darauf folgen die innere Körnerschicht (4), dann das molekuläre Stratum (5). Weiter nach innen begegnen wir der Lage der Ganglienzellen (6), darauf der radialen Ausbreitung der Sehnervenfasern (7). Den Beschluss bildet endlich die innere Begrenzungshaut, die *Membrana limitans interna* (10). Wir haben also 10 Schichten.

Stäbchen- und Zapfenlage, sowie die äussere Körnerlage nennt SCHWALBE Neuroepithel —, alles übrige Gehirnschicht.

Im Aufbau der so dünnen und so wunderbar verwickelten Haut müssen wir aber zweierlei Elemente, sogenannte b i n d e g e w e b i g e und n e r v ö s e, unterscheiden.

Tragen wir den ersteren zunächst Rechnung (Fig. 220 *A*), und beginnen wir von der Innenfläche.

Als eine erste, dem Glaskörper unmittelbar angrenzende, bindegewebige Grenzschicht verdient die *Membrana limitans interna* (*l*), eine scheinbar wasserhelle, 0,0011 mm dicke Lage genannt zu werden. Nach innen hin glatt abgegrenzt, geht sie nach auswärts (zur Chorioidea), mit dreieckiger Verbreiterung beginnend und dann verschmälert, in ein bindegewebiges, im Vertikalschnitt senkrechtes, im Ganzen also radiales Fasersystem (*e*) über, welches nur im gelben Flecke mangelt.

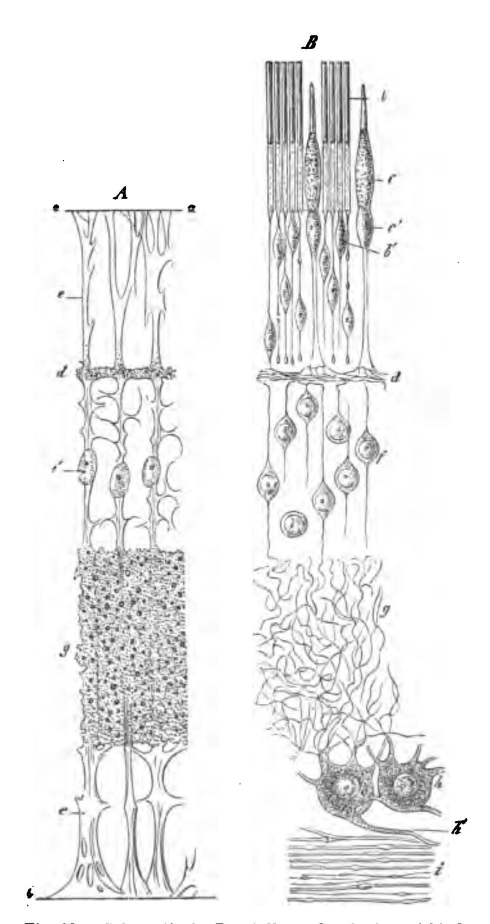


Fig. 220. Schematische Darstellung der Retiua. *A* bindegewebiges Gerüste. *a Membrana limitans externa; e* radiale oder MÜLLER'sche Stützfasern mit ihren Kernen *e'*; *d* Gerüstemasse der Zwischenkörner- und *g* der molekulären Schicht; *l M. limitans interna. B* nervöser Bestandtheil. *b* Stäbchen mit Aussengliedern und Innengliedern; *c* Zapfen mit Aussenglied und Körper; *b'* Stäbchen- und *c'* Zapfenkorn; *d* Ausbreitung der Zapfenfaser zu feinsten Fibrillen in der Zwischenkörnerschicht; *f* Körner der inneren Körnerschicht; *g* Gewirr feinster Fäserchen in der Molekularschicht; *h* Ganglienzellen; *h'* ihr Axenzylinderfortsatz; *i* Nervenfaserlage.

Dieses Fasersystem sind die MÜLLER'schen

Stützfasern (*e*). Gegen den vorderen Endtheil nehmen sie mehr und mehr zu.

Seitliche Aeste der letzteren führen zu mannigfachen Verbindungen. In der molekulären (*g*) und der Zwischenkörnerschicht (*d*) kommt es hierdurch zu jenem feinsten retikulären Gerüstewerk, welches wir bereits von der grauen Masse des Zerebrospinalsystems her kennen (S. 249).

Kerne oder Zellenäquivalente kommen mitunter im Stützfasersystem vor; so in der äusseren Körnerschicht (*e'*).

Die Stützsubstanz erstreckt sich sicher bis zur Basis der Stäbchen- und Zapfenschicht (*a*). Doch fast ohne Zweifel geht sie noch weiter als zarte homogene Verbindungsmasse. An ersterem Orte bildet sie als *M. limitans externa* eine durchlöcherte Grenzschicht, weiter nach aussen ein Bindemittel der Stäbchen und Zapfen.

Nachdem wir somit das bindegewebige Substrat kennen gelernt haben — es darf allerdings genetisch nicht mit dem gewöhnlichen Bindegewebe zusammengeworfen und muss der Stützsubstanz der nervösen Zentralorgane völlig gleichgestellt werden — gehen wir zu den nervösen Elementen der Retina (*B*) über. Wählen wir aber hier den umgekehrten Weg; beginnen wir also mit der Aussenlage.

Jene Schicht bilden die Stäbchen und Zapfen*). Die Gesammtlage heisst Stäbchenschicht, *Stratum bacillosum*. Es sind nervöse Terminalzellen, denjenigen ähnlich, welche wir früher bei den anderen höheren Sinnesnerven antrafen. Doch diejenigen der Retina besitzen manche Eigenthümlichkeiten, und wir kennen sie genauer als ihre Verwandten. Interessant ist noch der Umstand, dass Stäbchen und Zapfen nach den Thiergruppen variiren. Ihr Ausmaass richtet sich nach demjenigen der rothen Blutzellen.

---

*) Von dem wunderbaren Aufbau der Retina kann uns folgende Notiz eine Ahnung geben. Man hat die Zahl der Nervenfasern im menschlichen *Nervus opticus* auf eine halbe, die Ziffer der Zapfen auf drei und eine halbe Million geschätzt.

Die Stäbchen, *Bacilli* (*Bb*), sind schlanke zylindrische Gebilde. Sie bestehen (MÜLLER, BRAUN, KRAUSE) regelmässig aus zwei Theilen, einem scheinbar homogenen schmäleren, das Licht stärker brechenden, sogenannten »Aussenglied« und einem kürzeren. »Innenglied«. Letzteres zeigt sich blasser, etwas körnig und von erheblicherem Quermesser.

Wir haben hier noch einer interessanten Entdeckung der Neuzeit zu gedenken. BOLL fand am lebendigen Aussenglied der Stäbchen eine lebhafte röthliche Färbung, den »Sehpurpur«. Im diffusen Tageslicht geht die Farbe baldig verloren, um sich hinterher wieder herzustellen. Lange konservirt sich der Sehpurpur im Dunkeln. Gallensäuren lösen ihn (KÜHNE).

Bei niederen Wirbelthieren bildet das Retinal-Pigment förmliche Scheiden um jenes Aussenglied der Stäbchen und Zapfen. Bei Säugethier und Mensch ist die Pigmentumscheidung allerdings weniger ausgebildet.

Die Stäbchen erreichen in der Tiefe der Retina ihre grösste Länge, 0,06 mm und mehr. Nach vorne werden sie kürzer, gegen die *Ora serrata* hin nur 0,0399 mm hoch. Ihr Quermesser kann auf 0,0016—0,0018 mm geschätzt werden.

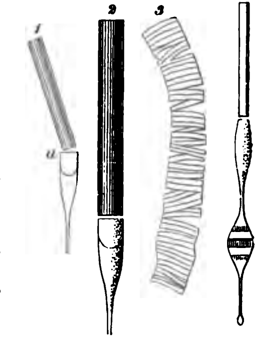


Fig. 221. Zur feineren Struktur der Stäbchen. 1 Vom Huhn mit Aussen- und Innenglied, sowie dem Zapfenellipsoid; 2 vom Frosche; 3 das Aussenglied eines Froschstäbchens im Zerfall zu Querscheiben; 4 Stäbchen mit quer gestreiftem Korn vom Meerschweinchen.

Nach ab- oder einwärts, unterhalb der *M. limitans externa*, geht das Stäbchen zur Spitze auslaufend in einen sehr feinen Faden, eine nervöse Primitivfibrille, aus (Fig. 220 *B*, Fig. 221 1, 4, Fig. 222 1, 3). Letztere durchsetzt vertical (oder also radial) die äussere Körnerschicht. In ihren Verlauf ist bald höher oben, bald mehr nach abwärts eine kleine Zelle, das sogenannte »Stäbchenkorn«, eingebettet (Fig. 220 *Bb'*, Fig. 221 1, 2, 4, Fig. 222 3). Die austretende Faser hat eine abermalige Verfeinerung erfahren (MERKEL). Jenes Stäbchenkorn bildet das eine Element der äusseren Körnerschicht.

Man hat in neuerer Zeit noch verwickeltere Texturverhältnisse am Stäbchen beobachtet (Fig. 221). So fand man an der Grenze des Innengliedes gegen das Aussenglied, ersterem eingebettet, einen plankonvexen Körper, welcher die plane Basis nach oben richtete (1 *a*, 2). Das ist das sogenannte »Stäbchenellipsoid« von Krause.

Ferner — man weiss es schon längst — zerfällt das Aussenglied ziemlich leicht in Querplättchen (3). Beim Menschen mögen diese Scheibchen eine Dicke von 0,0003—0,0004 mm besitzen (Schultze).

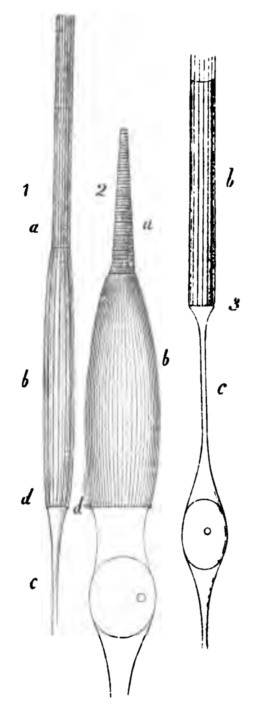


Fig. 222. Fibrillenüberzug der Stäbchen und Zapfen. 1 Stäbchen; 2 Zapfen des Menschen, *a* Aussen-, *b* Innenglied; *c* Stäbchenfaden; *d Limitans externa;* 3 Stäbchen des Schafs. Die Fibrillen überragen hier das Innenglied; das Aussenglied fehlt.

Dann zeigt das Aussenglied eine Längsstreifung bedingt durch longitudinale hohlkehlenartige Vertiefungen und dazwischen vorspringende Längsleisten, gleich einer kannelirten Säule (Fig. 221 1, 2 und Fig. 222 1 *a*). Indessen auch an den Innengliedern hat man hinterher Längsstreifung wahrgenommen (Fig. 222 1 und 3*b*). In der Axe des Stäbchens will man ferner einen feinsten Faden, eine nervöse Primitivfibrille, bemerkt haben (Ritter).

Nicht sicherer fällt unser dermaliges Wissen über die Zapfen, *Coni* (Fig. 220 *B c*, Fig. 222 2), aus.

Sie besitzen beim Menschen die Gestalt einer schlanken Flasche. Ihre Basis ruht an der *M. limitans externa.* Nach oben geht der Zapfen in ein kürzeres konisches, unendlich veränderliches Ding, das sogenannte Zapfenstäbchen aus (Fig. 220 *B* über *c*, Fig. 222 2 *a*). Es ist das Aequivalent des Stäbchen-Aussengliedes, bezeichnet durch die grosse Neigung, in Querscheibchen zu zerfallen.

Ihm geht übrigens der »Sehpurpur« der eigentlichen Stäbchen ab. Das Innenglied oder der Zapfenkörper (Fig. 221 2 *b*) zeigt wiederum jene Längsstreifung, ähnlich dem gleichwerthigen Stäbchentheile.

An der Basis des Stäbchens, unmittelbar unter der *Limitans externa*, begegnen wir einem zellenartigen Körper, dem sogenannten Zapfenkorn (Fig. 220 *B c'*, Fig. 222 2 unterhalb *d*). Ein breiterer (bis 0,0029 mm dicker) Zapfenfaden zieht endlich nach abwärts, die äussere Körnerschicht durchsetzend (Fig. 220 unterhalb *c'*). Er ist ein Bündelchen nervöser Primitivfibrillen.

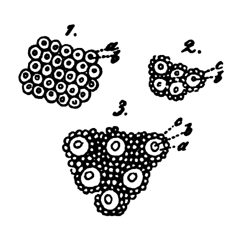


Fig. 223. Die Stäbchenschicht von aussen betrachtet. *a* Zapfen; *b* Zapfenstäbchen; *c* gewöhnliche Stäbe. 1 Vom gelben Fleck. 2 An der Grenze desselben. 3 Aus der Mitte der Netzhaut.

Für das menschliche Auge ergeben sich hinsichtlich der Menge von Zapfen und Stäbchen interessante örtliche Verschiedenheiten (Fig. 223).

Im gelben Fleck, der Stelle des deutlichsten Sehens, begegnet man nur Zapfen, allerdings sehr verfeinerten (1). In der Nachbarschaft stehen letztere noch recht gedrängt, nur von einfachem Stäbchenkreise umgeben (2). Je weiter wir nach aussen gelangen, um so entfernter von einander angeordnet begegnen wir den Zapfen, um so grösser fällt also die Menge der dazwischen gelagerten Stäbchen aus (3).

Die Affen, die meisten unserer Haussäugethiere zeigen Verwandtes. Nächtliche Thiere, wie die Katze und (nach Krause) auch die Fledermäuse besitzen nur verkümmerte Zapfen; Igel, Maulwurf entbehren letzterer Elemente sogar gänzlich. Die Vögel besitzen dagegen Zapfen im Allgemeinen reichlich. Bei Chamäleon und Eidechse kommen sogar keine Stäbchen mehr vor; wir begegnen nur, der menschlichen *Macula lutea* gleich, den Zapfen. Das Stäbchen erscheint als Endapparat für das gegenständliche farblose Sehen, während der Zapfen für die farbige gegenständliche Wahrnehmung der Aussenwelt dienen dürfte (Schultze).

Die *Membrana limitans externa*, das siebartig durchlöcherte Grenzgebilde, kennen wir bereits. Durch kleinere Lücken treten die Stäbchenspitzen hinab, durch grössere die »Zapfenkörner«. Nach auswärts sendet endlich jene Haut die schon erwähnte zarte homogene Verbindungsmasse zwischen Stäbchen und Zapfen.

Die äussere Körnerschicht, *Stratum granulosum externum*, ist uns in ihrem bindegewebigen Gerüste bereits bekannt. Sie (Fig. 220 *B*) besteht aus übereinander geschichteten Lagen kleiner Zellen, wo ein minimaler Leib den Nukleus eng umschliesst. Wir unterscheiden hier also die grösseren (0,009 bis 0,012 mm messenden) höheren Zapfenkörner (*c'*) und die tiefer abwärts gelegenen kleineren (0,0045 — 0,0079 mm betragenden) Stäbchenkörner. Letztere zeigen eine eigenthümliche, wohl normale Querstreifung (Fig. 221. 4). Auch an den Zapfenkörnern will man derartiges, freilich weniger deutlich getroffen haben.

Soweit ist uns der Zusammenhang der Retina-Elemente klar. Aber jetzt, beim Betreten der sogenannten Zwischenkörnerschicht, des *Stratum intergranulosum*, geht uns leider derselbe verloren. Hier existirt eine betrübende Lücke des Wissens.

Schultze, der treffliche Forscher, welchem wir bisher gefolgt sind, hatte angenommen, dass, zur Zwischenkörnerschicht gelangt, die feinsten Stäbchenfibrillen kleinste Endknöpfchen bilden sollten (Fig. 220 *B* oberhalb *d*). Das ist nun entschieden nicht der Fall; das Fädchen biegt eben nur plötzlich unter starkem Winkel in eine andere Ebene um und entschwindet so dem Auge. Davon habe auch ich mich sicher überzeugt.

Nach den Beobachtungen Schultze's theilen sich die breiten Zapfenfasern an derselben Stelle in drei feinste Fortsätze (oberhalb *d*). Wir haben hier aber eines wichtigen Fundes von Merkel zu gedenken. Er beobachtete den unmittelbaren Zusammenhang der Zapfenfaser mit dem Korn der inneren Körnerschicht. Auch Gunn berichtet Aehnliches. Geht ferner der protoplasmatische Ausläufer der Ganglienzelle in ein solches Korn ebenfalls aus, so hätte man wenigstens für das eine der beiden Retinaelemente

endlich den so lange gesuchten kontinuirlichen Zusammenhang, wie sich SCHULTZE die Sache vorgestellt hatte.

In dem zartesten bindegewebigen Netzgerüste der Zwischenkörnerlage begegnen wir einem Gewirre feinster horizontal und schief ziehender nervöser Fädchen (*d*), den weiter laufenden Stäbchen- und Zapfenfibrillen.

Die innere Körnerschicht, *Stratum granulosum internum*, enthält also einmal, wie wir schon wissen (*A e'*), bindegewebige Kerne oder Zellchen von ovaler Gestalt. Daneben erscheinen Lagen schärfer begrenzter kugliger, kernführender Zellen (*B f*), in deren oberen Pol ein ziemlich dünnes nervöses Fädchen sich einsenkt, um am unteren beträchtlich verfeinert wieder auszutreten und senkrecht weiter zu ziehen. Eine Querstreifung zeigen diese nervösen Körner aber nicht.

Die molekuläre oder feinkörnige Lage, *Stratum moleculare* (*B g*), wiederholt, aber allerdings mit grösserer Mächtigkeit, das feine bindegewebige Schwammwerk des *Stratum intergranulosum*. In ihr entdeckt man abermals ein Gewirre feinster Primitivfibrillen. Absteigende Fasern tief gelegener Zellen der inneren Körnerschicht können, in jenes Gewirre eintretend, hier und da einmal beobachtet werden. An Verfolgung des Verlaufes dürfen wir aber nicht denken. Also hier wäre eine neue Lücke unserer Kenntniss der Retina.

Allein, wenn auch SCHULTZE dieses angenommen hat, andere nicht minder tüchtige Forscher, wie MERKEL und RETZIUS, sprechen hier von einem gestreckten geradlinigen Verlauf der Nervenfibrillen. Es mag dieses einen Begriff von der Schwierigkeit und Unsicherheit derartiger Untersuchungen geben.

Gelangen wir jetzt zur Lage der Ganglienkörper, dem *Stratum cellulosum* (*B h*). Dieselben kommen in der Tiefe der Retina geschichtet (zu 10—6 Lagen) vor, um allmählich nach der Peripherie hin in einfacher Lage und unter zunehmenden Abständen von einander zu erscheinen. Mit Ausnahme des gelben Fleckes, wo die Ganglienkörper bipolar sind, bilden sie schöne

multipolare Zellen von nicht unbeträchtlicher Grösse (bis zu 0,0377 mm). Ihre Protoplasmafortsätze kehren nach aussen, um vielleicht zuletzt mit ihren Endzweigen in dem Fasergewirre der Molekularschicht zu verschwinden; ihr Axenzylinderfortsatz ist nach innen gerichtet (*h'*). Er geht über in eine Nervenfaser der Sehnervenfaserschicht, des *Stratum fibrillosum* (*i*).

Um letztere zu begreifen, müssen wir mit dem Inhalt des *Nervus opticus* beginnen. Er besitzt markhaltige, 0,0045 bis 0,0014 mm dicke Nervenfasern. Eingetreten in den Augapfel, haben sie ihre Markscheiden verloren, und sind zu blassen Axenzylindern geworden*).

Vorgedrungen in die Retina, breiten sich unsere Optikusfasern zu spitzwinklig sich theilenden und verbindenden Bündeln, zu einem Nervenplexus, aus. In dem Maasse, als wir ihren weiteren Verlauf nach vorne verfolgen, werden die Faserbündel dünner und dünner, sowie durch immer zunehmende Abstände getrennt. Zuletzt begegnen wir nur noch ganz vereinzelten Axenzylindern.

Wir haben Grund anzunehmen, dass jede Sehnervenfaser als Axenzylinderfortsatz in den Leib einer Ganglienzelle sich einsenke. Beweisen können wir es allerdings zur Zeit nicht.

Die *Membrana limitans interna*, bindegewebiger Natur, ist schon früher besprochen worden.

Die beste Stelle der Retina, der gelbe Fleck oder die *Macula lutea*, bedarf noch einer kurzen Erwähnung.

Die bindegewebige Gerüstemasse mit Ausnahme der *Limitans interna* verkümmert. Die Nervenfaserschicht schwindet ebenfalls; die Lage der Ganglienzellen, in der Peripherie noch mächtig entwickelt, fehlt im Zentrum der Fovea zuletzt ebenfalls gänzlich. Auch die Molekular- und innere Körnerschicht erleidet das gleiche Geschick. Es bleiben also hier nur die (ausschliesslich vorkommenden) Zapfen mit dem *Stratum granulosum externum* übrig.

*) Auffallend ist es, dass bei einzelnen menschlichen Netzhäuten die Markscheide der Nervenröhre sich erhält. Auch beim Hunde kommt das Gleiche nicht gar selten vor; bei Kaninchen und Hasen ist es sogar Regel.

Letztere (Fig. 224) sind allerdings nicht mehr die alten. Ihr Körper hat sich zuletzt bis auf 0,0028—0,0033 mm (SCHULTZE) verschmälert; er ist fast zur Dünne des Stäbchens herabgesunken, und die Zapfenstäbchen bis zu 0,001 und 0,0009 mm. Die Zapfenfaser scheint wenig von jener Verdünnung betroffen zu sein. Das Zapfenkorn liegt hier bald höher, bald tiefer (*a*); wir möchten sagen nothgedrungen.

Noch ein anderes Verhältniss tritt uns entgegen. In den peripherischen Lagen der Retina durchsetzt die Zapfenfaser, senkrecht absteigend, unsere Membran. Hier nun verlässt letztere jene Richtung mehr und mehr, um schief nach aus- und abwärts zu verlaufen (*a*). Dieses führt unter der äusseren Körnerschicht (also der Lage der Zapfenkörner) ein ganz eigenthümliches Bild herbei.

Fig. 224. Zapfen aus der *Macula lutea* und *Fovea centralis* des Menschen. *a* Mit zersetztem Aussengliede; *b* mit Plättchenzerfall desselben.

Nach vorne gegen die *Ora serrata* hin verarmt unter zunehmender Verdünnung die Retina an nervösen Elementen; das bindegewebige Gerüste gewinnt mehr und mehr die Oberhand; zuletzt sind alle nervösen Bestandtheile verschwunden.

Als Ziliartheil der Retina bezeichnet man unter steigender Verarmung nervöser Elemente ein System zylindrischer Zellen, welches, bedeckt von der polyedrischen Pigmentlage, über die *Ora serrata* hinaus der *Zonula Zinnii* aufliegend, bis zum Aussenrand der Iris verläuft, nach Manchen sogar bis zum Pupillarrand der letzteren. Diesen ereicht aber die Pigmentschicht.

Die Blutgefässe der Retina (Fig. 225), aus der *Arteria centralis* stammend, bilden ein zierlich weitmaschiges Netz feinster Röhren. Sie nehmen den Innentheil der Netzhaut ein, dringen jedoch nach aussen bis in die innere Körnerschicht und vielleicht noch weiter vor. Die Adventitia derselben umhüllt die Innenschicht nur lose; hier bleibt ein lymphatischer Raum; wie man gleiches auch für die Gefässe der Chorioidea angegeben hat.

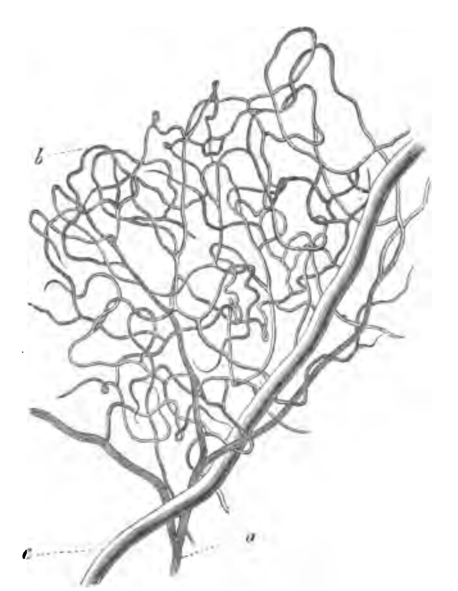


Fig. 225. Gefässe der menschlichen Retina. *a* Arterielles, *c* venöses Aestchen; *b* das Kapillarnetz.

Dass die *Fovea centralis* gefässfrei bleibt, haben wir schon kurz vorher (S. 284) erwähnt. Wir können hier unmöglich auf die höchst verwickelte Anordnung der Blutgefässe des Augapfels eintreten. Wir müssen dieses spezielleren Werken überlassen.

Noch ein paar Worte über die Lymphbahnen des Augapfels (Fig. 226) möchten wir, gestützt auf Schwalbe's schöne Arbeiten, aber beifügen.

Man kann mit diesem Forscher eine vordere und hintere Lymphbahn des Bulbus annehmen.

Erstere, aus Iris und Ziliarfortsätzen stammend, hat ihr Zentralreservoir in der vorderen Augenkammer. Zu jener Abtheilung rechnen ebenfalls noch die lymphatischen Bahnen der Hornhaut und Conjunctiva.

Alles nun, was rückwärts von den Ziliarfortsätzen liegt, bildet jene hinteren Lymphwege. Der Sklera und Chorioidea fehlen mög-

licherweise bestimmte lymphatische Gänge. Dagegen hat die Bedeutung eines Lymphbehälters der schalenartige Raum zwischen beiden Membranen, welchen wir schon als *Lamina fusca* kennen. Das ist SCHWALBE's Perichorioidealraum (*p*). Von ihm aus (in der Höhe von *mr* unserer Zeichnung) erfolgt der Uebergang der lymphatischen Flüssigkeit in den sogenannten TENON'schen Raum (*t*), d. h. die Lücke zwischen Aussenfläche der Sklera und der TENON'schen Kapsel des Augapfels. Die verbindenden Lymphkanäle umhüllen scheidenartig die sogenannten *Vasa vorticosa* der Chorioidea. Nach hinten setzt sich der TENON'sche Behälter in den sogenannten supravaginalen Raum (*s p v*) fort, eine zylindrische Scheidenhülle des Sehnerven.

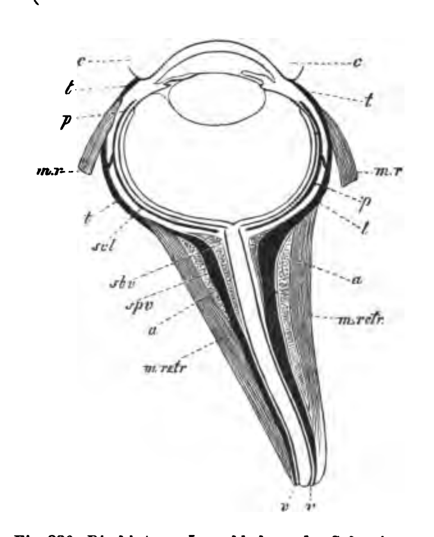


Fig. 226. Die hinteren Lymphbahnen des Schweinsauges. *c* Konjunktiva; *mr* gerade Augenmuskeln *m. retr.* der *Retractor bulbi*; *a* Fettlage; *v* die äussere Scheide des Sehnerven; *t* der »TENON'sche« Raum, nach hinten in den »supravaginalen« *spv* übergehend; *sbv* »subvaginaler« Raum zwischen innerer und äusserer Sehnervenscheide; *p* »Perichorioidealraum« durch schiefe Gänge mit dem TENON'schen zusammenhängend.

KEY und RETZIUS, die beiden bei den Lymphbahnen der nervösen Zentralorgane erwähnten tüchtigen Beobachter, injizirten von dem Subduralraum des Gehirns (S. 262) aus einen zwischen äusserer und innerer Optikusscheide befindlichen Zwischenraum, Subvaginalraum von SCHWALBE (*s b v*), und von demselben trieben sie Injektionsmasse in SCHWALBE's Perichorioidealraum. SCHWALBE nimmt indessen letztere Verbindung nicht an.

Auch unterhalb der inneren Sehnervenscheide lässt sich Injektionsmasse zwischen die Sehnervenfaser-Bündel eintreiben, und zwar vom subarachnoidealen Raum des Gehirns (S. 262) aus.

Die Lymphbahnen der Retina umhüllen also scheidenartig deren Kapillaren und Venen.

Wir kommen auf die Augenkammer, den Zentralbehälter der vorderen Augenlymphe zurück. Wie verhalten sich seine Zuflusswege?

Einmal leitet ein Spaltensystem aus dem PETIT'schen Kanal in die hintere und somit auch die vordere Augenkammer. Vom FONTANA'schen Raum im *Ligamentum pectinatum iridis* eröffnen sich weitere und wichtigere Einleitungswege, wohl für die Lymphe der Blendung und Ziliarfortsätze.

Von der Peripherie der DESCEMET'schen Haut her gelangt Injektionsmasse in den SCHLEMM'schen Kanal (S. 281).



Fig. 227. Eine MEIBOM'sche Drüse des Menschen.

Sollte hier wirklich eine Verbindung zwischen Lymph- und Venenbahn existiren, ähnlich derjenigen, welche KEY und RETZIUS durch die Beihülfe der PACCHIONI'schen Granulationen für die Gehirnhüllen (S. 263) annahmen? LEBER, ein um die Anatomie des Auges hoch verdienter Beobachter, hat dieses allerdings bestritten — und er dürfte vielleicht Recht haben.

Wir haben noch der äusserlichen unwichtigeren Anhangsgebilde des Augapfels kurz zu gedenken.

Die Augenlider enthalten im festen Bindegewebe des Tarsalknorpels eingebettet die sogenannten MEIBOM'schen Drüsen (Fig. 227), kurze ausgebuchtete Schläuche mit fettigen Inhaltszellen, aber ohne *Membrana propria* und Muskeln des Ausführungsganges. Ihr Sekret ist die sogenannte Augenbutter, *Sebum palpebrale.*

Die Bindehaut, *Conjunctiva*, stellt über die Hinterfläche der Augenlider und die Vorderseite der Sklera eine vollständige Schleimhaut dar; über die Hornhaut bleibt nur das geschichtete Plattenepithel übrig, da die Mukosa in oberflächliches Kornealgewebe sich umgewandelt hat.

Die Bindehautdrüsen sind mannigfacher Art. Wir begegnen neben lymphoiden Follikeln (sogenannten Trachomdrüsen) beim Menschen und einigen Säugethieren kleinen Schleimdrüschen; doch enthalten die Zellen letzterer Fettkörnchen. Bei Wiederkäuern kommen an der Peripherie der Kornea Knaueldrüsen (Fig. 125) vor (Meissner). Das Schwein hat hier nach auswärts, also gegen den äusseren Augenwinkel hin, noch einfache Blindsäcke erkennen lassen (Manz). Im Tarsalrande des menschlichen Augenlides begegnet man modifizirten Schweissdrüsen (Waldeyer).

Ueber die Trachomdrüsen haben wir schon früher (S. 128) das Nothwendige mitgetheilt. Aechte lymphoide Follikel dürften übrigens dem Menschen abgehen (Waldeyer). Die Endkolben der Bindehaut sind S. 235 besprochen worden.

Die Thränendrüse, *Glandula lacrymalis*, besteht aus einem Aggregat traubiger Einzeldrüsen. Die Sekretionszellen sind niedrige körnige Zylinder. Die Nervenendigung kennen wir auch hier noch nicht. Der Wegleitungsapparat bietet an seinen verschiedenen Stellen Differenzen der Struktur dar. Wir überlassen ihre Schilderung gleich so manchem Andern ausführlichen Lehrbüchern.

Register.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

